



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Maria Elisabete Gonçalves Abreu

SERVIÇO DE ECOSSISTEMA DE CONSERVAÇÃO DO SOLO ASSOCIADO AO ESPAÇO FLORESTAL DO ALTO MINHO

Tese de Mestrado
Gestão Ambiental e Ordenamento do Território

Trabalho efectuado sob a orientação do
Professor Engenheiro Joaquim Mamede Alonso

Fevereiro de 2012

*As doutrinas expressas neste
trabalho são da exclusiva
responsabilidade da autora*

ÍNDICE

Índice de figuras.....	v
Índice de tabelas	vi
Índice de gráficos.....	vii
Índice de anexos	viii
1. Introdução	1
2. AVALIAÇÃO E GESTÃO DE SERVIÇOS DE ECOSISTEMAS EM ESPAÇO FLORESTAL	2
2.1. A multifuncionalidade do espaço florestal	2
2.1.1. Ecossistema e serviços de ecossistemas	3
2.1.2. Bens e serviços de ecossistemas em espaço florestal.....	5
2.1.3. Avaliação de serviços de ecossistemas no espaço florestal	10
2.2. RISCOS AMBIENTAIS E SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO EM ESPAÇO FLORESTAL.....	12
2.2.1. Integração internacional, riscos de mercado e contexto social	12
2.2.2. Alterações climáticas.....	15
2.2.3. Processos e riscos naturais e antropogénicos do espaço florestal .	17
2.2.3.1. Incêndios florestais.....	17
2.2.3.2. Pragas e doenças.....	19
2.2.3.3. Invasoras.....	20
2.3. SERVIÇO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO	22
3. Metodologia.....	27
3.1. BASE SE DADOS	27
3.2. MODELOS DE AVALIAÇÃO DO RISCO - SOLO/EROSÃO HÍDRICA	28
3.3. INTEGRAÇÃO ESPACIAL E ELABORAÇÃO DE CARTOGRAFIA DE SUSCETIBILIDADE	32
4. Apresentação e análise de resultados.....	33

4.1. A REGIÃO E A FLORESTA DO ALTO MINHO	33
4.1.1. Localização geográfica e administrativa.....	33
4.1.2. Caracterização bio-física, humana e sócio económica e florestal do Alto Minho	34
4.1.2.1. Bio-física.....	34
4.1.2.2. Humana e sócia económica	40
4.1.2.3. Ocupação do solo e povoamentos florestais.....	42
4.1.2.4. Aspetos de mercado.....	53
4.1.2.5. Aspetos ambientais	55
4.2. AVALIAÇÃO DA PERDA DE SOLO.....	57
4.3. AVALIAÇÃO DO SERVIÇO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO	61
4.4. A ALTERAÇÃO DO ESPAÇO FLORESTAL E A CONSERVAÇÃO DO SOLO	63
5. Considerações finais.....	66
Referências Bibliográficas	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica do Alto Minho (CAOP, 2010)	33
Figura 2 - Temperatura média anual (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital	35
Figura 3 - Geada (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital	35
Figura 4 - Precipitação (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital	36
Figura 5 - Altimetria (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital	37
Figura 6 - Zonas Ecológicas (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital	37
Figura 7 - Bacias Hidrográficas (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital	38
Figura 8 - Solos (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital	38
Figura 9 - Ocupação e uso do solo Ano de 1990 (Fonte: IGEOE)	43
Figura 10 - Ocupação e uso do solo Ano de 2000 (Fonte: SIGN)	44
Figura 11 - Ocupação e uso do solo Ano de 2006 (Fonte: SIGN II)	44
Figura 12 - Perda potencial de solo (Anexo I)	58
Figura 13 - Fator P para os anos de 1990, 2000 e 2006	58
Figura 14 - Fator C para os anos de 1990, 2000 e 2006	59
Figura 15 - Perda potencial de solo associada ao fator P, para os anos de 1990, 2000 e 2006 (Anexo II)	59
Figura 16 - Perda de solo efetiva para os anos de 1990, 2000 e 2006 (Anexo III, IV e V)	60
Figura 17 - Serviço de conservação do solo para o ano de 1990 (Anexo VI)	62
Figura 18 - Serviço de conservação do solo para o ano de 2000 (Anexo VII)	62
Figura 19 - Serviço de conservação do solo para o ano de 2006 (Anexo VIII)	62

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Serviços de ecossistema, de acordo com a tipologia proposta pelo Millennium Ecosystem Assessment	5
Tabela 2 - Produtos de origem vegetal e animal não lenhosos produzidos em ecossistemas florestais	7
Tabela 3 - Capacidade de provisão potencial de serviços de ecossistema pelas florestas do Norte, organizadas em função da tipologia (Honrado et al., 2011)	8
Tabela 4 - Serviços de ecossistema mais relevantes das florestas do Norte, organizados em função da sua direcionalidade (Honrado et al., 2011)	9
Tabela 5 - Base de dados de referência e temáticas	27
Tabela 6 - Variáveis da Equação Universal de Perda de Solo	28
Tabela 7 - Equação para determinação da agressividade climática	29
Tabela 8 - Equação para determinação do comprimento do declive.....	30
Tabela 9 - Equação da erodibilidade do solo	30
Tabela 10 - Valores de cobertura do solo (fator C) considerados para cada classe de ocupação do solo presente (tendo por referência a carta de ocupação do solo de 2005) (Guerra et al., 2012).	31
Tabela 11 - Gradiente de qualificação do nível de perdas de solo por erosão hídrica e posterior classificação em classes de susceptibilidade (Guerra et al., 2012).....	32
Tabela 12 - Enquadramento administrativo (CAOP, 2010)	34
Tabela 13 - Estatística população residente, densidade e crescimento populacional no Alto Minho (Fonte: INE, 2012)	41
Tabela 14 - Descrição das categorias de ocupação do solo	46
Tabela 15 - Matriz de variações de ocupação do solo entre 1990 e 2006	48
Tabela 16 - Perímetros Florestais na região do Alto Minho (AFN, PER_V31)	50
Tabela 17 - Funcionalidades dos espaços florestais (PROFAM, 2006)	52
Tabela 18 - Áreas Classificadas (ICNB, 2010)	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Conjunto de fatores globais indutores de mudança relevante para o ambiente europeu	13
Gráfico 2 - Impactos mais comuns das espécies invasoras nos ecossistemas que invadem (Marchante, 2001).	22
Gráfico 3 - Tipo de solos Alto Minho – Fonte: PROF-AM e a Carta de Solos do Entre-Douro e Minho	39
Gráfico 4 - Aptidão do solo para uso florestal. Fonte PROF AM 2006	40
Gráfico 5 - Ocupação e uso do solo.....	45
Gráfico 6 - Alterações de uso do solo entre 1990 e 2006 (%)	45
Gráfico 7 - Ocupação do solo por categorias, anos de 1990, 2000 e 2006.	46
Gráfico 8 - Alterações de ocupação do solo entre 1990 e 2006.....	47
Gráfico 9 - Funcionalidades dos espaços florestais – 1ª Prioridade (PROFAM, 2006).....	52
Gráfico 10 - Perda de solo em ton/ha (1990, 2000 e 2006).....	60
Gráfico 11 - Perda potencial, associada ao fator P e efectiva de solo para os anos de 1990, 2000 e 2006.....	61
Gráfico 12 - Serviço de conservação do solo para os anos de 1990, 2000 e 2006.	63
Gráfico 13 - Alteração da ocupação do espaço florestal de 1990 para 2000.....	64
Gráfico 14 - Alteração da ocupação do espaço florestal de 2000 para 2006.....	64
Gráfico 15 - Alteração da ocupação do espaço florestal de 1990 para 2006.....	64
Gráfico 16 - Serviço de conservação do solo por categorias de ocupação florestal (%) entre 1990 e 2000.....	65
Gráfico 17 - Serviço de conservação do solo por categorias de ocupação florestal (%) entre 2000 e 2006.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I - Mapa de perda potencial de solo

Anexo II - Mapa de perda potencial de solo associada ao fator P

Anexo III - Mapa de perda efetiva de solo ano de 1990

Anexo IV - Mapa de perda efetiva de solo ano de 2000

Anexo V - Mapa de perda efetiva de solo ano de 2006

Anexo VI - Mapa de serviço de conservação do solo ano de 1990

Anexo VII - Mapa de serviço de conservação do solo ano de 2000

Anexo VIII - Mapa de serviço de conservação do solo ano de 2006

RESUMO

O solo tem vindo a ser considerado como um ecossistema fundamental para o funcionamento dos demais ecossistemas, para o equilíbrio climático e também para as economias regionais. Essa importância torna-se ainda maior num contexto em que a actual exploração de recursos e as consequentes alterações climáticas atingem níveis preocupantes. Apesar dos inúmeros dados existentes sobre os indicadores relativos aos ecossistemas da região, não se encontra disponível um estudo que os integre e permita aferir da erosão do solo.

Para a elaboração do presente trabalho foram utilizadas cartas de ocupação de solo de 1990, 2000 e 2006, o software de integração de dados espaciais e vetoriais, ARCGIS, e os dados de valores de fator K, R, LS, C, e P do guia metodológico para a elaboração de cartografia de suscetibilidade e localização de risco para o distrito de Viana do Castelo. O material referido foi usado para integração na equação universal de perda de solo, tendo-se determinado a perda potencial solo, a perda potencial de solo associada ao fator P e a perda efetiva de solo, para posterior determinação do serviço de conservação do solo através da diferença entre a perda associada ao fator P e a perda potencial efetiva, relativa aos anos de 1990, 2000 e 2006.

Não obstante ter-se constatado uma redução da ocupação e uso do solo de 1990 até 2006, de área florestal que foi afeta a outros usos, e uma diminuição da área ocupada por pinheiro bravo e aumento de área inculta e improdutiva, verificou-se que houve uma diminuição pouco significativa de perda de solo, tendo esta sido inferior à perda potencial. Verifica-se assim que de 1990 a 2006 houve um aumento do serviço de conservação do solo associado ao espaço florestal.

Tendo ocorrido em 2005 incêndios em larga escala na região do Alto Minho, e não estando esse dado contemplado na metodologia utilizada, os valores finais obtidos não refletem o efeito dos incêndios na erosão do solo, o que poderá por em causa os mesmos. Também os valores atribuídos aos fatores C e P não representam a real importância na conservação do solo, que o espaço florestal demonstra.

Fevereiro de 2012

ABSTRACT

The soil has been considered as an ecosystem critical for others ecosystems, to climate balance and also to the regional economies. This importance becomes even greater in a context where the current resource exploitation and the resulting climate change are reaching critical levels. Despite numerous data relating to the region's ecosystems, there's no study that integrates them and allows the measuring of soil erosion.

For the preparation of this work were used land occupation maps of 1990, 2000 and 2006, the integration of spatial data and vector software, ARCGIS, and the values data of factor K, R, LS, C, and P, from methodological guide for the development of mapping susceptibility and risk location for the district of Viana do Castelo. This material was used to integrate the universal equation of soil loss, having been given the potential loss of soil, the potential loss of soil associated with the P factor and the effective loss of soil for subsequent determination of the soil conservation service through difference between the loss factor associated with the P loss potential and effective for the years 1990, 2000 and 2006.

Despite of resulting a reduction of occupation and land use from 1990 to 2006, of forest area that was affect to other uses, and a decrease in the area occupied by pine and increased area uncultivated and unproductive, it was found that decrease in soil loss was insignificant, and it was lower than the potential loss. So, from 1990 to 2006 there was an increase in soil conservation service associated with the forest area.

Regarding to the 2005 fires that occurred in the Alto Minho region, and the fact that this was not being contemplated on the methodology used, the final values obtained do not reflect the effect of fires on soil erosion, which can jeopardize the same. Also the values assigned to the C and P factors do not represent the real importance in soil conservation, demonstrated in fact.

NOMENCLATURA

AFN – Autoridade Florestal Nacional

CAC – Comissão Alterações Climáticas

CE – Comissão Europeia

AEA – Agência Europeia Ambiente

ENF – Estratégia Nacional para as Florestas

ESA IPVC – Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo

EUPS – Equação Universal de Perda de Solo

Fator R – Agressividade climática (ou índice de erosividade da precipitação)

Fator K – Erodibilidade do solo

Fator LS – Comprimento do declive

Fator C – Grau de cobertura do solo

Fator P – Práticas de conservação do solo

ICNB – Instituto Conservação da Natureza e Biodiversidade

IFN – Inventário Florestal Nacional

INE – Instituto Nacional de Estatística

LULUCF – Land Use, Land Use Change and Forestry

MA – Millennium Ecosystem Assessment

MOS – Matéria orgânica do solo

NMP – Nemátodo da Madeira do Pinheiro

PDM – Plano Diretor Municipal

PEIF – Plano Especifico de Intervenção Florestal

PEOT – Planos Especiais de Ordenamento do Território

PGF – Plano de Gestão Florestal

PNPG – Parque Nacional Peneda-Gerês

PROF AM – Plano Regional de Ordenamento Florestal do Alto Minho

PROT – Plano Regional de Ordenamento do Território

RNMP – Rede Nacional de Áreas Protegidas

SIC – Sítios de Interesse Comunitário

SRH – Sub Região Homogénea

UE – União Europeia

ZPE – Zonas de Proteção Especial

1. INTRODUÇÃO

Os espaços florestais são elementos territoriais associados a elevados índices de biodiversidade e a um conjunto de serviços economicamente importantes. Para além dos produtos lenhosos e não lenhosos, e dos serviços sociais e económicos relacionados com a produção de lenha e pasta de papel, existem um conjunto de outros serviços que é necessário ter em consideração de forma a compreender a amplitude e a profundidade do impacto ambiental positivo produzido pelos espaços florestais nomeadamente a conservação do solo.

Como se refere na Estratégia Nacional para as Florestas, os serviços como a manutenção de biodiversidade e protecção do solo e da água correspondem a apenas alguns dos muitos serviços económica, social e ambientalmente relevantes e cujo valor é ainda pouco reconhecido e/ou dificilmente quantificado. Assim, a compreensão das dinâmicas e dimensão dos serviços de ecossistema associados ao espaço florestal e a sua espacialização representam um passo importante na definição de estratégias de conservação local e de novos paradigmas do planeamento, ordenamento, gestão e aproveitamento económico dos espaços florestais.

Os princípios gerais da Lei de Bases da Política Florestal expressam que a floresta, pela diversidade e natureza dos bens e serviços que proporciona, é reconhecida como um recurso natural renovável, essencial à manutenção de todas as formas de vida, cabendo a todos os cidadãos a responsabilidade de a conservar e proteger. Os recursos da floresta e dos sistemas naturais associados devem ser geridos de modo sustentável para responder às necessidades das gerações presentes e futuras, num quadro de desenvolvimento rural integrado.

O objetivo principal deste trabalho é a aplicação de uma metodologia de quantificação e avaliação de serviço de ecossistema de conservação do solo associado ao espaço florestal.

Os objetivos específicos relacionam-se com a determinação da tipologia de serviço de ecossistema a considerar no contexto dos espaços florestais; aplicar

metodologias de avaliação e quantificação do serviço de conservação do solo; produção de cartografia de serviço de ecossistema.

Com este estudo pretende-se determinar o serviço de conservação do solo, decorrente da ocupação do solo pelo espaço florestal, na redução da erodibilidade do mesmo. Pretende-se também aferir da adaptabilidade da equação universal da perda do solo, às realidades existentes na região do Alto Minho, designadamente no espaço florestal.

2. AVALIAÇÃO E GESTÃO DE SERVIÇOS DE ECOSISTEMAS EM ESPAÇO FLORESTAL

2.1. A multifuncionalidade do espaço florestal

A multifuncionalidade dos espaços florestais, como prática cultural tradicional permite a diversificação paisagística, o desenvolvimento de nichos de mercado complementares e alternativos, a valorização dos produtos e promoção de emprego. É neste equilíbrio entre a valorização do espaço e a premente necessidade de o defender, que a multifuncionalidade do território assume o seu maior expoente (Guiomar, 2008). As florestas assumem hoje uma grande importância na conservação da biodiversidade e na regulação dos processos ecológicos ao nível da paisagem. As florestas estabelecem um importante suporte de diversas economias e da preservação das condições ambientais e ecológicas que estão na base do bem-estar humano, assumindo assim um papel importante no desenvolvimento e na competitividade dos territórios (Honrado et al., 2011).

As florestas são um dos ecossistemas terrestres com maior biodiversidade. A complexidade das florestas são e biologicamente diversas permite que os organismos e as suas populações se adaptem à variação das condições ambientais, assegurando assim a estabilidade global do ecossistema (CE, 2010). As florestas participam nos sistemas ambientais ao serviço do bem-estar, qualidade de vida e na satisfação das necessidades das populações. Este contributo é prestado através do fornecimento de matérias-primas (produção lenhosa, frutos, e restantes produções directas), da prestação de serviços directos (enquanto espaços de regulação ambiental, proteção contra riscos naturais, enquadramento de espaços urbanos,

funções de recreio) e indirectos/intangíveis (composição das paisagens, riqueza e identidade regional, suporte da biodiversidade, fixação de carbono (PROT, 2010).

As florestas desempenham funções socioeconómicas¹ e ambientais² múltiplas e inter-relacionadas, nomeadamente na regulação do clima. Para proteger tal multifuncionalidade é necessária uma gestão equilibrada, baseada numa informação florestal adequada (CE, 2010).

2.1.1. Ecossistema e serviços de ecossistemas

A Humanidade sempre dependeu dos serviços prestados pela biosfera e pelos seus ecossistemas. A espécie humana, embora protegida das acções imediatas do meio ambiente pela cultura e tecnologia, está em última instância totalmente dependente do funcionamento dos serviços dos ecossistemas (MA, 2009).

Um ecossistema é uma unidade funcional onde comunidades de plantas, animais e microrganismos interagem de forma dinâmica com o meio abiótico. Os seres humanos são uma parte integral dos ecossistemas (MA, 2009). Os ecossistemas estão na base de toda a vida e atividade humana. Os bens e serviços que oferecem são fundamentais para a manutenção do bem-estar e para o desenvolvimento económico e social futuro. Os ecossistemas da Terra oferecem à Humanidade uma vasta gama de benefícios conhecidos como “bens e serviços ecossistémicos” (CE, 2010) Enquanto objeto de pesquisa, o interesse pelos serviços de ecossistemas têm aumentado exponencialmente nos últimos anos. A introdução do conceito de serviços do ecossistema tem inerente a gestão da multifuncionalidade da floresta, contudo, nem sempre é possível conciliar num mesmo local todos os serviços potenciais que os ecossistemas podem assegurar (MA, 2009).

1 A floresta proporciona emprego, rendimento e matérias-primas para a indústria e a energia renovável. A floresta protege as povoações e as infra-estruturas.

2 A floresta protege o solo. A floresta regula as reservas de água doce. A floresta conserva a biodiversidade. A floresta enquanto sumidouro e fonte de carbono. A floresta como regularizadora das condições meteorológicas locais e regionais.

A biodiversidade e os ecossistemas são conceitos estritamente relacionados. A União Europeia alerta para a destruição das funções dos ecossistemas com a perda de biodiversidade. A biodiversidade, essencial para a sobrevivência dos ecossistemas, está sob pressão, e uma grande parte já desapareceu (AEA, 2010). A reafecção dos solos, incluindo a intensificação da agricultura e a urbanização, a sobreexploração, a poluição, as alterações climáticas, e as espécies alóctones que competem com a flora e fauna autóctones, está a causar danos nos ecossistemas naturais. Uma vez destruídos, a sua recuperação é dispendiosa e, por vezes, impossível. Estudos recentes revelam que 11% das áreas naturais existentes no mundo em 2000 poderão desaparecer até 2050; quase 40% dos actuais terrenos agrícolas correm o risco de ser transformados em culturas intensivas; 60% dos recifes de corais poderão desaparecer até 2030; na Europa, até 80% dos diferentes tipos de habitats protegidos estão ameaçados (AEA, 2010).

O bem-estar humano e o progresso em direcção a um desenvolvimento sustentável dependem de forma vital de uma melhoria dos ecossistemas da Terra, de modo a garantir a sua conservação e uso sustentável (MA, 2009). Os serviços de ecossistema (tabela1), de acordo com a tipologia proposta pelo “Millennium Ecosystem Assessment³”, são categorizados em quatro grupos, nomeadamente: serviços de produção, regulação e culturais, que afectam directamente as pessoas, e serviços de suporte necessários para manter os restantes serviços. Todos estes tipos de serviços geram, de alguma forma, benefícios que são importantes para assegurar o bem-estar humano. Alterações nestes serviços afectam o bem-estar humano através de impactos na segurança, nos recursos materiais básicos para uma vida com qualidade, na saúde e nas relações sociais e culturais. Estes

³ O Millennium Ecosystem Assessment (MA) é uma iniciativa internacional destinada a responder às necessidades de informação científica sobre as consequências das mudanças nos ecossistemas para o bem-estar humano. O MA foi concebido para fornecer informação científica às Convenções da Diversidade Biológica, do Combate à Desertificação e das Zonas Húmidas. Foi lançado a nível mundial pelo Secretário-geral das Nações Unidas em Junho de 2001 e conta com a participação de 600 cientistas de mais de 100 países. É uma avaliação multi-escala, consistindo em avaliações interligadas aos níveis global, regional e local. Existem cerca de 25 avaliações sub-globais, entre as quais África, Austrália, Chile, China, Papua Nova Guiné, Portugal e Suécia. A Avaliação Portuguesa foi iniciada em 2003 e decorreu até 2005. A Avaliação Portuguesa analisou a condição dos serviços dos ecossistemas em Portugal, cenários para os próximos 50 anos e respostas de gestão alternativa.

componentes do bem-estar humano são por sua vez influenciados e têm influência na liberdade de escolha de cada indivíduo (MA, 2009).

Tabela 1 - Serviços de ecossistema, de acordo com a tipologia proposta pelo Millennium Ecosystem Assessment

Serviços dos ecossistemas		
Serviços de Suporte:		
Serviços necessários para a produção de todos os outros serviços dos ecossistemas .Formação do solo /.Ciclos dos nutrientes /.Produção primária		
Serviços de Produção	Serviços de Regulação	Serviços Culturais
Produtos obtidos a partir dos ecossistemas	Benefícios obtidos através da regulação dos processos dos ecossistemas	Benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas
.Alimentos	.Regulação do clima	.Espirituais e religiosos
.Água potável	.Controlo de doenças	.Estéticos
.Produtos lenhosos	.Regulação da água	.Recreio e ecoturismo
.Fibras	.Purificação da água	.Inspiração
.Combustível		.Educação
.Recursos genéticos		.Herança cultural

2.1.2. Bens e serviços de ecossistemas em espaço florestal

Os serviços de ecossistema em espaços florestais sempre foram reconhecidos tendo dado origem, logo no início do século XX, à instituição do Regime Florestal⁴. Para além da arborização das dunas, o Regime Florestal pretendia o revestimento

4 O Regime Florestal é o conjunto de disposições destinadas a assegurar não só a criação, exploração e conservação da riqueza silvícola, sob o ponto de vista da economia nacional, mas também o revestimento florestal dos terrenos cuja arborização seja de utilidade pública, e conveniente ou necessária para o bom regime das águas e defesa das várzeas, para a valorização das planícies áridas e benefício do clima, ou para a fixação e conservação do solo, nas montanhas, e das areias, no litoral marítimo (parte IV, artigo 25.º, do Decreto de 24 de Dezembro de 1901). O Regime Florestal é Parcial quando aplicado a terrenos baldios, a terrenos das autarquias ou a terrenos de particulares, subordinando a existência de floresta a determinados fins de utilidade pública, permite que na sua exploração sejam atendidos os interesses imediatos do seu possuidor (parte IV, artigos 26.º e 27.º, do Decreto de 24 de Dezembro de 1901) (AFN, 2012).

florestal dos terrenos cuja arborização fosse de utilidade pública, nomeadamente para "o bom regime das águas e defesa das várzeas" e para "a fixação e conservação do solo nas montanhas". Entre os serviços ecossistema do espaço florestal destacam-se, para além da proteção dos solos e do sequestro de carbono, a conservação de recursos hídricos, a proteção da paisagem e biodiversidade e o recreio (ENF, 2006).

As atividades florestais contribuem, através dos modelos de uso e exploração, para o desenvolvimento e funcionamento dos sistemas sócio-ecológicos (Burkhard, 2011), criando economias muito dependentes dos bens e serviços produzidos (Honrado et al., 2011). Os espaços e as atividades florestais originam produtos florestais lenhosos, produtos florestais não lenhosos e serviços de ecossistema susceptíveis de modelos de exploração, valoração, valorização e comercialização em mercados, como seja o caso de mercado e economia do carbono (Honrado et al., 2011).

Os produtos florestais não lenhosos são bens de subsistência para o consumo humano ou industrial e serviços derivados de recursos e biomassa florestais renováveis, que possibilitam o aumento dos rendimentos dos produtores e do emprego nas zonas rurais. Estes produtos, que se apresentam na tabela seguinte, podem ser divididos em duas grandes categorias, os que derivam diretamente da ação de organismos produtores⁵ e os que derivam da ação de organismos consumidores⁶ (Honrado et al., 2011).

5 Organismos vegetais.

6 Organismos animais.

Tabela 2 - Produtos de origem vegetal e animal não lenhosos produzidos em ecossistemas florestais

Produtos de origem vegetal	
Produtos alimentares	Plantas silvestres, cultivadas e ervas comestíveis, fungos, etc. e as suas raízes, tubérculos, bolbos, caules, folhas, rebentos, flores, frutos, sementes, comestíveis para obter cereais, hortaliças, gorduras e óleos comestíveis, especiarias e aromatizantes, sucedâneos de sal, edulcorantes, sucedâneos do coalho, produtos para amaciar a carne, bebidas, tonificantes e infusões, produtos para mitigar a sede.
Forragem	Alimentos para o gado e os animais silvestres, inclusive aves, peixes e insectos tais como abelhas, lagartas da seda, insectos da laca.
Produtos farmacêuticos	Drogas, anestésicos, bálsamos, unguentos, loções, entre outros produtos tanto para uso humano como veterinário.
Toxinas	Para a caça, arbustos venenosos, alucinogénios, insecticidas, fungicidas, etc. Algumas destas toxinas podem ter potencial farmacêutico, especialmente como anestésicos.
Produtos aromáticos	Óleos essenciais para as indústrias de cosméticos e de perfumaria (mercado internacional muito especializado e vulnerável), unguentos, incensos.
Produtos bioquímicos	Gorduras e óleos não comestíveis, ceras, gomas e látex, tintos, tanino, produtos bioquímicos para as indústrias do plástico e dos revestimentos, de pinturas e de vernizes.
Fibras	Telas, esteiras, cordoaria, cestaria, escovas, enchimento para almofadas, cortiça.
Madeiras	Madeira para artesanato, construção civil, celulose.
Produtos ornamentais	Plantas com atractivo estético para plantações de horticultura e lazer, flores cortadas e secas.
Produtos de origem animal	
Mamíferos	Carne, couros e peles, lã, pêlo, cornos, ossos, produtos farmacêuticos.
Aves	Carne, ovos, plumas, ninhos, guano.
Peixes	Alimentos, óleo de peixe, proteínas para rações.
Répteis	Alimentos, peles, toxinas, produtos farmacêuticos.
Invertebrados	Invertebrados comestíveis, secreções de plantas, (mel, cera, propóleos, seda, laca).

Honrado et al. (2011) caracteriza os diferentes tipos de floresta no Norte e descreve os diferentes níveis de capacidade de assegurar estes serviços (tabela 3). Destacando-se as florestas naturais, temperadas de montanha e sub-mediterrânicas e as florestas edafo-higrófilas ripícolas e paludícolas pela excelente capacidade potencial para assegurar o serviço de suporte e de regulação no espaço florestal, nos quais se inclui a conservação do solo.

Tabela 3 - Capacidade de provisão potencial de serviços de ecossistema pelas florestas do Norte, organizadas em função da tipologia (Honrado et al., 2011)

	Serviços de ecossistema florestal			
	Suport	Produção	Regulação	Culturais
Naturalidade				
Florestas naturais ⁷	+++	+ / ++	+++	++
Florestas antropogénicas ⁸	+	+++	++	+
Florestas seminaturais ⁹	++	++	++	+++
Florestas naturais (clima)				
Florestas temperadas de montanha ¹⁰ e florestas sub-mediterrâneas ¹¹	+++	+ / ++	+++	++
Florestas mediterrâneas ¹²	+++	++	++	++ / +++
Florestas naturais (topografia)				
Florestas climatófilas ¹³ e edafo-xerófilas ¹⁴	++ / +++	+ / ++	+ / ++	++
Florestas edafo-higrófilas ¹⁵ , ripícolas e paludícolas	++ / +++	+ / ++	+++	++

+ bom / ++ muito bom / +++ excelente capacidade potencial para assegurar o serviço

Honrado et al. (2011) organizam ainda os serviços de ecossistema em função da sua direccionalidade para as florestas do Norte de Portugal. As florestas do Norte de

7 Florestas com génese espontânea (“natural”) e dominadas por espécies autóctones (florestas naturais) - Exemplo: florestas de carvalhos ou amieiros.

8 Florestas com génese antrópica, dominadas por espécies exóticas, e com estrutura simplificada pela gestão ativa (florestas antropogénicas) - Exemplo: florestas de eucaliptos.

9 Florestas com génese antrópica, dominadas por uma mistura de espécies exóticas e autóctones, e com estrutura complexa (florestas seminaturais) - Exemplo: florestas mistas de pinheiros e carvalhos.

10 Florestas de climas frios e húmidos das regiões elevadas, dominadas por caducifólias (florestas de montanha) - Exemplo: florestas de vidoeiros.

11 Florestas de climas oceânicos e chuvosos, de áreas pouco elevadas, sofrendo stress hídrico estival ligeiro a moderado, dominadas por caducifólias ou laurifólias (florestas temperadas e sub-mediterrâneas) - Exemplo: florestas de carvalho alvarinho, florestas de loureiro ou azereiro.

12 Florestas de climas sazonais, em áreas pouco elevadas, com invernos frios e verões secos, dominadas por perenifólias (florestas mediterrâneas) - Exemplo: florestas de sobreiros e/ou azinheiras.

13 Florestas de solos de encosta, com humidade determinada pelo clima e fertilidade determinada pela rocha-mãe e pelo coberto vegetal (“solos mésicos”) (florestas climatófilas) - Exemplo: florestas de carvalhos e/ou sobreiros.

14 Florestas de solos secos e esqueléticos, com humidade e fertilidade inferiores às dos solos mésicos devido à sua posição topográfica favorável à exportação de água e nutrientes (florestas edafo-xerófilas) - Exemplo: florestas de azinheiras e/ou zimbros.

15 Florestas de solos húmidos a encharcados, com humidade e fertilidade superiores às dos solos mésicos devido à sua posição topográfica favorável à acumulação de água e nutrientes (florestas edafo-higrófilas) - Exemplo: florestas de amieiros e/ou freixos.

Portugal fornecem um conjunto diversificados de serviços, não apenas no local onde cada floresta está localizada, mas também em zonas distantes das áreas florestais. Por exemplo, a redução dos riscos de cheias ocorre em locais localizados a jusante das áreas florestais ao longo de uma bacia hidrográfica (“direccional”). Outros benefícios podem ser produzidos e os benefícios gerados em todas as direções (“omnidireccional”), são exemplo serviços como o sequestro de carbono ou a polinização. A tabela seguinte lista alguns dos tipos de serviços dos ecossistemas florestais (de suporte, de produção, de regulação e culturais) no Norte de Portugal de acordo com a distribuição dos benefícios destes na paisagem (Honrado et al., 2011).

Tabela 4 - Serviços de ecossistema mais relevantes das florestas do Norte, organizados em função da sua direccionalidade (Honrado et al., 2011)

	Direccionalidade		
Serviços	No local	Direccional	Omnidireccional
Suporte	Produtividade primária (e produtos florestais dela dependentes)		Biodiversidade
			Polinização
Produção	Biomassa		
	Cogumelos silvestres		
	Outros produtos vegetais e animais		
Regulação	Controlo do clima local	Regulação e purificação da água	Sequestro de carbono
	Controlo da propagação do ruído		
	Redução da poluição do ar	Mitigação de riscos (erosão do solo, cheias)	
	Redução dos custos em tratamento de efluentes		
Culturais	Bem estar espiritual		Recreio e lazer
	Apreciação estética, recreio e lazer		Identidade das comunidades locais

As práticas de instalação e de produção florestal, ao nível da composição, estrutura e funcionamento das comunidades, habitat e ecossistemas florestais, visam geralmente a adaptação às condições edáficas, climáticas e da biodiversidade de locais, no contexto dos propósitos da exploração e de conservação dos recursos presentes. Assim, o conhecimento detalhado das pressões, relações e respostas

dos ecossistemas e dos sistemas de produção florestais deverá enquadrar o planeamento e a gestão sustentável das atividades e espaços florestais (Honrado et al., 2011).

2.1.3. Avaliação de serviços de ecossistemas no espaço florestal

Atribuir valor a serviços de ecossistema é um resultado da pós-modernidade, que modifica o papel da sociedade, valorizando o carácter multifuncional de produção e conservação do meio ambiente (Sá, 2011). A valoração¹⁶ dos serviços dos ecossistemas pode ser usada de diferentes formas: para avaliar a contribuição total dos ecossistemas para o bem-estar humano, para compreender os incentivos que decisores individuais têm quando gerem os ecossistemas de diferentes formas, e avaliar as consequências de acções alternativas (MA, 2009).

Valorar os serviços dos ecossistemas é medir ou estimar este valor económico, o que implica: identificar os diversos serviços; identificar os grupos humanos que deles dependem; traduzir, numa métrica comum (geralmente monetária), os efeitos de cada um dos serviços no nível de bem-estar dos grupos humanos afetados (Santos, 2009). Conferir valor aos serviços de ecossistema, interligando-os às atividades dos sistemas de produção, modifica o papel do espaço rural, que é visto enquanto fornecedor de produtos primários. Essa valorização gerará incentivos para a recuperação de áreas alteradas e a manutenção de áreas de preservação permanente (Sá, 2011). Os serviços de ecossistema estão relacionados com todas as atividades de um sistema de produção, como por exemplo, a recuperação de áreas alteradas, a redução da desflorestação, a filtragem de poluentes pelo ecossistema (absorção de carbono atmosférico), a manutenção de funções hidrológicas (conservação de água e solo), a conservação e preservação da biodiversidade (polinização, reprodução de espécies), etc. (Sá, 2011).

Os mercados associados aos serviços de ecossistema providos pela floresta e a valorização dos bens de uso indireto estão em franco crescimento, fomentado por

¹⁶ Estimação do valor.

políticas nacionais e regionais, por tratados e acordos internacionais, com destaque para a proteção dos solos e da conservação de recursos hídricos, a proteção da paisagem e biodiversidade, o recreio e o sequestro de carbono (Baritz et al., 2010).

A quantificação dos serviços de ecossistema promove o reconhecimento da importância da exploração e conservação do espaço florestal e dos rendimentos complementares incentivando fundos de financiamento e investimento públicos e privados orientados e interessados na gestão sustentável destas áreas (Patterson and Coelho, 2009).

Honrado et al. (2011) descreve a importância económica, social e ambiental do espaço florestal e da atividades associadas tendo em conta os seguintes aspetos:

- i. Económica, pois, além da sua relevância nas economias familiares dos proprietários e produtores locais, a indústria gera no seu conjunto aproximadamente 3% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) da economia e representa cerca de 10% das exportações nacionais;
- ii. Social, ao garantir mais de 113 000 empregos diretos, ao implicar através da responsabilidade social e ambiental todos os agentes do sector, muito em particular os proprietários ou produtores florestais mas também toda a sociedade enquanto usufrutuária dos bens públicos e dos serviços¹⁷ de ecossistema;
- iii. Ambiental, pela importância das florestas na geração de ciclos positivos da salvaguarda de recursos e valores presentes e de promoção da biodiversidade e serviços, em particular em espaços deficitários como é o caso das florestas urbanas.

O valor dos espaços florestais associa-se à ocupação a que são sujeitos e às funcionalidades que lhes são atribuídas (Honrado et al., 2011; PROFAM, 2006). Os

¹⁷Exemplo: atividades cinegéticas e desportos de natureza.

Planos Regionais de Ordenamento Florestal classificam a funcionalidade dos espaços florestais em: floresta de produção; floresta de conservação dos habitats e das espécies de fauna e flora; floresta para recreio; floresta de proteção do solo e dos recursos hídricos e floresta para caça, pesca e silvo-pastorícia.

2.2. Riscos ambientais e serviços de conservação do solo em espaço florestal

As áreas e as atividades florestais encontram-se expostas a processos promotores de riscos ambientais e antrópicos, e a eventos potencialmente indutores de degradação da quantidade e da qualidade dos recursos e funções presentes. A nível global, sobressaem as alterações climáticas e a globalização dos mercados, sendo que estas duas realidades originam processos integrados de natureza ecológica e/ou socioeconómica, com influência na natureza e na dimensão potencial dos riscos económicos e ambientais (Honrado et al., 2011).

2.2.1. Integração internacional, riscos de mercado e contexto social

Os desafios ambientais estão intrinsecamente ligados aos fatores globais indutores de mudança. As megatedências globais associadas (gráfico 1) são transversais à dimensão social, tecnologia, económica, política e até ambiental. Os principais desenvolvimentos incluem a mudança de padrões demográficos ou uma aceleração dos índices de urbanização, alterações tecnológicas cada vez mais rápidas, uma maior integração de mercados, transferência do poder económico em evolução ou alterações climáticas (EEA, 2010).

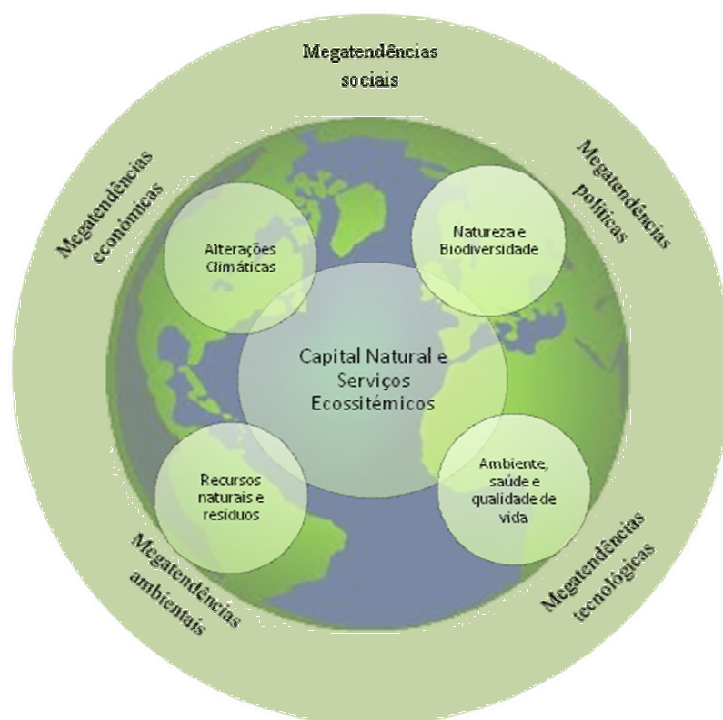


Gráfico 1 - Conjunto de fatores globais indutores de mudança relevante para o ambiente europeu

No mundo em crescente globalização a concepção e adopção de políticas para o sector florestal não podem ser encaradas numa perspectiva estritamente nacional, tendo, obrigatoriamente, que atender às decisões e compromissos assumidos nas instituições internacionais, tanto regionais como mundiais, que Portugal integra ou onde participa (ENF, 2006). Outro aspecto da mudança do contexto em que se insere o sector florestal é o fenómeno da internacionalização. A Estratégia Nacional para as Florestas refere que dentro deste processo, os três factores de maior incidência no sector florestal português são:

- i. A integração de Portugal na União Europeia;
- ii. O aparecimento de vários tratados e convénios internacionais, principalmente os relativos a matérias do meio ambiente, e a adesão de Portugal a estes acordos;
- iii. No futuro a evolução das regras do comércio internacional.

O aspecto da economia global que terá talvez maiores repercussões no sector florestal português é o das negociações de comércio internacional. Desde o Uruguai

Round e a subsequente evolução da regulamentação do comércio no contexto da Organização Mundial do Comércio, o sector florestal não tem figurado proeminentemente nas negociações, a não ser na parte industrial, mas esta não tem tido tratamento específico diferente do de outras indústrias. Com mais relevância para o sector florestal é a evolução dos acordos sobre a agricultura, que a curto ou longo prazo se traduzirão por maior liberalização e redução de incentivos directos à produção. Com introdução no mercado de países altamente competitivos é provável, a longo prazo, mais um factor de abandono na agricultura portuguesa, o que disponibilizará áreas para a actividade florestal. Por outro lado também se espera uma evolução das restrições não tarifárias, nomeadamente no sentido de incluírem um certo número de considerações ambientais. Na área florestal isto poder-se-ia traduzir por requerimentos de certificação em certos mercados e para certos produtos. A internacionalização da economia à escala global irá ter consequências no sector florestal, nomeadamente reflexos no mercado dos produtos florestais, tanto na sua componente de consumo como sobretudo nos preços praticados, que tenderão a uma liberalização crescente, aspecto que poderá ocasionar problemas de competitividade nas diferentes fileiras silvo-industriais (ENF, 2006).

Em Portugal, as tendências do mercado têm revelado, na última década, uma descida do valor unitário de diversas matérias-primas da produção lenhosa florestal. Esta tendência de decréscimo dos preços das matérias-primas está associada à descida dos preços médios de mercado dos produtos florestais em toda a Europa Ocidental, descida que tem aproximado os preços aos praticados nos Países do Leste Europeu e da Comunidade de Estados Independentes, que têm, por sua vez, convergido para os valores praticados na Europa Ocidental. Esta tendência de convergência nos preços seria sempre de esperar num quadro de globalização da economia. Com a liberalização dos mercados a países do hemisfério Sul, esta convergência tenderá também a incluir países como o Brasil e a África do Sul. Nestes países, pelas suas condições naturais e sociais, a matéria-prima é produzida a preços mais baixos (ENF, 2006).

Não há análises detalhadas¹⁸ sobre o impacto do despovoamento humano no sector florestal. As alterações de contexto socio-económico diminuíram à floresta toda uma série de funções e de agentes indispensáveis ao seu desempenho estável e equilibrado. Trata-se de funções e de agentes que no quadro da utilização tradicional do território, permitiam a manutenção de um espaço florestal com uma estrutura e uma composição de elevada exigência ao nível da manutenção (limpezas, desbastes, etc.) e do controlo (vigilância, operacionalidade, etc.), apenas conseguidas mediante as sinergias estabelecidas com os sistemas de produção agrícola e animal. O actual desajuste entre as características da sociedade e a estrutura e composição da floresta só foi possível pela forma acelerada como se concretizou e continua a concretizar a urbanização da população portuguesa quando comparada com o período de revolução dos sistemas de silvicultura praticados na generalidade do espaço florestal (ENF, 2006).

2.2.2. Alterações climáticas

A influência humana no clima da Terra está a tornar-se cada vez mais evidente, exemplo disso é o aquecimento global: a temperatura média global aumentou 0,8 °C desde 1900 (Lindner et al., 2010). As alterações climáticas têm vindo a ser identificadas como uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas que o planeta e a humanidade enfrentam na actualidade. As alterações nos padrões de temperatura e precipitação terão também consequências sérias no que toca ao desenvolvimento do sector agro-florestal. Haverá um aumento dos riscos, dos quais poderemos destacar o risco meteorológico de incêndios florestais que deverá sofrer

18 A ENF refere 3 hipóteses para a causa do despovoamento. Uma é que o despovoamento leva a um aumento na dimensão das áreas ardidas no interior, devido a uma menor capacidade informal de detecção e de participação no combate. A segunda hipótese é que o êxodo rural disponibilizou áreas agrícolas para o uso florestal, ou conduziu ao abandono e ao aparecimento de matos, originando manchas combustíveis mais contínuas. A terceira hipótese é que a ausência dos proprietários levou ao abandono da gestão florestal tradicional (roça do mato, cortes selectivos e resinagem) conduzindo à acumulação da biomassa.

um agravamento substancial, o que poderá reduzir a sustentabilidade de alguns sistemas naturais e florestais (AEA, 2010).

As alterações climáticas introduzirão mudanças nos padrões de distribuição dos principais ecossistemas florestais, com a substituição nas regiões setentrionais dos pinhais, eucaliptais e carvalhais por espécies esclerófitas como o sobreiro e a azinheira e a redução, no Sul, das áreas hoje ocupadas por floresta (nomeadamente os montados), que serão substituídos por matos (AEA, 2010).

As florestas são sensíveis a acontecimentos meteorológicos extremos, que se prevêem mais frequentes no futuro, como tempestades, cheias, ondas de calor e secas severas, e ao recrudescimento dos incêndios florestais, o que potenciará as perdas de recursos económicos e naturais associados às florestas (biodiversidade, solo e recursos hídricos) e dos custos sociais das alterações climáticas (AEA, 2010). Efeitos integrados das alterações climáticas com a poluição atmosférica afectam as florestas por mudanças nos processos do solo, crescimento das árvores, distribuição e composição de espécies, aumento da susceptibilidade da planta ao stress, perigo de incêndio, recursos hídricos, o valor de recreação, etc. (Bytnerowicz et al., 2007).

Estratégias de gestão têm sido propostas para criar e tornar os ecossistemas florestais capazes de se adaptar às futuras condições climáticas e regimes de perturbação. Devido às incertezas na previsão de condições climáticas futuras, a maioria das recomendações para essa adaptação sugere manter os elevados níveis de complexidade da composição e funcionalidade dos espaços para aumentar a capacidade de um ecossistema responder ou se adaptar às novas condições de mudança (D'Amato et al., 2011).

A gestão florestal é cada vez mais uma componente central das estratégias regionais e globais para as alterações climáticas de atenuação e adaptação diante das mudanças nas condições globais. Aumentar a diversidade da composição em povoamentos florestais tornou-se um foco recente de paradigmas de gestão florestal relacionadas com a adaptação às alterações climáticas. Em particular, as diferenças de necessidades de recursos e características funcionais entre os tamanhos de árvore, idades e espécies podem conferir maior capacidade de adaptação e resiliência em resposta às flutuações climáticas (D'Amato, Bradford et al. 2011).

2.2.3. Processos e riscos naturais e antropogénicos do espaço florestal

O setor florestal atravessou duas fases diferentes no último século. A primeira fase concentrou-se na expansão da área florestal, ou noutras palavras, na criação do recurso floresta. A segunda fase correspondeu à expansão industrial com um aumento da taxa de utilização do recurso. A terceira fase, em que iremos agora entrar, será necessariamente a da melhoria da qualidade, da eficiência e do valor agregado do setor em áreas específicas.

Fatores externos e internos contribuíram para criar uma imagem de altos riscos de investimento e de gestão associados ao mesmo. Esta imagem tem a sua base em riscos reais e em riscos e incertezas apenas percebidos. Esta percepção de riscos torna-se crítica porque o sector florestal português desenvolveu-se principalmente com base na actividade privada¹⁹ (ENF, 2006).

2.2.3.1. Incêndios florestais

Uma expressão do efeito das alterações climáticas é o aumento do fenómeno dos incêndios florestais que é, hoje em dia, certamente o maior dos riscos percebidos no setor florestal (ENF, 2006). Os impactes provocados pelos incêndios florestais no ambiente e nos ecossistemas florestais são condicionados em primeiro lugar, pelas características do próprio incêndio, como sejam a sua dimensão, intensidade do fogo, a época do ano em que se registou, a duração que teve e ainda a frequência dos incêndios nessa região. Outros fatores que condicionam o desenvolvimento dos incêndios florestais prendem-se com os combustíveis²⁰ que por sua vez dependem das propriedades dos povoamentos florestais, muitas vezes resultantes da natureza e das características do próprio solo. A sua análise deverá incidir não só sobre os impactes ambientais imediatos, mais também sobre os impactes subsequentes ao fogo (Lourenço, 1990):

- i. Impactes ambientais imediatos ao fogo:

¹⁹ Ao nível da floresta e das indústrias.

²⁰ Matos, lenhas, etc.

- Combustão de enormes volumes de materiais lenhosos e vegetais;
 - Formação de densas colunas de fumo: poluição do ar, atmosfera irrespirável;
 - Efeitos sobre as árvores: na base do tronco, ramos, raízes e folhas;
 - Efeitos sobre a vegetação arbustiva, sub-arbustiva e herbácea;
 - Efeitos sobre os organismos vivos do solo: fungos, bactérias e fauna do solo;
 - Efeitos sobre aves e mamíferos;
 - Efeitos sobre o solo: estrutura e agregação, infiltração e movimento de água no solo, escorrência, temperatura, humidade, matéria orgânica (decomposição, mobilização do azoto, atividade microbiana, acidez do solo);
 - Nutrientes.
- i. Impactes ambientais subsequentes ao fogo:
- Efeitos sobre as árvores: ataques de praga e doenças, corte e remoção de troncos, redução no crescimento, alterações nas espécies com o reflorestação;
 - Efeitos sobre a vegetação arbustiva, sub-arbustiva e herbácea: rebentação escalonada, eventual aparecimento de novas espécies;
 - Alterações locais do clima e, em especial, no microclima florestal: na temperatura²¹ do ar, na humidade relativa do ar²², na velocidade²³ do vento;
 - Efeitos das alterações locais do clima: consequência para aves e mamíferos, intensificação da meteorização das rochas;
 - Efeitos sobre a fauna: alteração da relação presas-predadores, aumento temporário do número de certas espécies²⁴, redução temporária de outras espécies²⁵;

21 Máxima e mínima.

22 Máxima e mínima.

23 Aumenta, por redução do atrito provocado pela vegetação.

24 Exemplos: Aves que vivem no chão (perdizes e codornizes).

25 Exemplos: Aves que habitam nos troncos e copas de árvores, grandes mamíferos (javali).

- Efeitos sobre a macrofauna do solo: redução temporária de certas espécies²⁶, aumento temporário de certas espécies²⁷;
- Efeitos sobre o solo: erosão eólica e hídrica.

2.2.3.2. Pragas e doenças

As alterações ambientais e globalização do comércio têm criado condições para a introdução e a expansão de novas pragas e doenças. Por exemplo, uma parte do sucesso das plantações de árvores exóticas²⁸ é devida à ausência dos seus herbívoros naturais, no entanto que já são conhecidas na Península Ibérica espécies de artrópodes e fitófagos nativos da Austrália e grupos de fungos que causam doenças, perda de produtividade e, nalguns casos, declínio e morte dos eucaliptos (MA, 2009).

Nos anos 90 do século XX os ataques de *Phoracantha semipunctata* inviabilizaram, o cultivo do eucalipto nas regiões mais secas da área de exploração possível da espécie em Portugal. No caso do sobreiro, particularmente a partir dos anos 80 do século XX tem sido observada mortalidade precoce de árvores e declínio em vastas áreas de Portugal e Espanha ((MA, 2009) sit in Bugalho, 2007).

A introdução de pragas e doenças representa uma complexidade para a gestão do ecossistema florestal e podem resultar em grandes perdas económicas. A introdução, colonização e disseminação de pragas florestais exóticas têm vindo a aumentar a um ritmo alarmante nos últimos 200 anos (Waring and O'Hara, 2005).

A perda de vitalidade e mortalidade em pinheiro bravo está sobretudo associada ao problema do Nemátodo da Madeira do Pinheiro (NMP), uma praga detectada em Portugal, em 1999, em pinhais da região de Setúbal. A presença deste parasita, classificado como organismo de quarentena pela legislação comunitária, obriga o Estado Membro onde a sua presença é detectada a tomar medidas específicas de controlo que impeçam a sua disseminação pelo restante espaço europeu. Sendo o

26 Exemplos: Lesmas, caracóis, minhocas, aranhas.

27 Exemplos: Gafanhotos, formigas.

28 e.g. plantações de *Eucalyptus sp.* no sul da Europa e América Latina.

pinheiro bravo a espécie florestal com maior expressão territorial em Portugal Continental, o Estado Português e os agentes económicos da fileira do pinho viram-se confrontados com uma situação de extrema gravidade, o que conduziu à elaboração do Programa Nacional de Luta Contra o Nemátodo da Madeira do Pinheiro – PROLUNP, iniciado ainda em 1999 (ENF, 2006).

2.2.3.3. Invasoras

As invasoras lenhosas representam uma ameaça cada vez mais evidente no espaço florestal (ENF, 2006). A seguir à devastação do habitat, a introdução de espécies exóticas invasoras constitui a maior ameaça à biodiversidade na Europa. As espécies indígenas podem ser levadas à extinção e as funções do ecossistema ameaçadas, nos casos mais graves, as espécies invasoras podem extinguir as espécies indígenas (CE, 2006).

A distribuição natural das espécies nos ecossistemas é influenciada por diversos fatores bióticos e abióticos, e as barreiras físicas operam como filtro para a dispersão. Os antigos processos de colonização, a migração humana e a recente tendência de globalização são os principais responsáveis pela transposição das barreiras geográficas e introdução de espécies em regiões fora de sua distribuição original (Espínola, 2007). A composição, estrutura e função dos ecossistemas são transformados pela invasão da espécies exóticas o que se reflete negativamente na conservação da biodiversidade nativa, e nos serviços dos ecossistemas essenciais para a sobrevivência do Homem (Vicente et al., 2011).

Os serviços dos ecossistemas afectados pelas espécies invasoras podem abranger serviços de suporte²⁹, de produção³⁰, de regulação³¹ e mesmo serviços culturais³²(Vicente et al., 2011). Dada a escala em que se encontram diversas áreas invadidas e a falta de políticas de prevenção do problema quase a nível global, o impacto da invasão biológica está a ser igualado e ligado ao processo de mudanças

29 e.g., alteração dos padrões de sucessão das espécies e dos ciclos de nutrientes.

30 e.g., ameaça a espécies nativas, alteração dos recursos genéticos.

31 e.g., mudanças nos serviços desempenhados por polinizadores, alteração dos regimes de fogo.

32 e.g., efeitos no ecoturismo, alterações na percepção das paisagens.

climáticas e à ocupação do solo como um dos mais importantes agentes de mudança global devido a uma causa antrópica (Ziller, 2001).

Uma das maiores ameaças das espécies invasoras é o seu contributo para a uniformização global, num processo em crescente aceleração e que aparentemente é inevitável. Esta uniformização traduz-se não só pela diminuição³³ de diversidade dentro dos ecossistemas como pela homogeneização³⁴ de muitos ecossistemas entre si (Marchante, 2001).

Aos poucos, as invasões biológicas estão a promover a substituição de comunidades com elevada biodiversidade por “comunidades” monoespecíficas de espécies invasoras. Nas situações em que as espécies invasoras pertencem a um tipo fisionómico não existente na comunidade anterior podem promover alterações ainda mais profundas. Um exemplo são as espécies de árvores invasoras que podem transformar uma comunidade herbácea ou arbustiva diversa numa "floresta" monoespecífica (Marchante, 2001). O gráfico seguinte apresenta os impactos mais significativos das espécies invasoras.

33 Tornando cada ecossistema mais uniforme

34 Diminuindo a diversidade de ecossistemas existentes



Gráfico 2 - Impactos mais comuns das espécies invasoras nos ecossistemas que invadem (Marchante, 2001).

Marchante (2011) refere ainda que todas estas alterações podem ter efeitos profundos na composição da fauna e da flora de uma região e na paisagem como um todo, acelerando drasticamente o declínio da biodiversidade à escala mundial e alterando a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas. A conjectura da crescente globalização dos mercados mundiais, exploração e fragmentação dos ecossistemas naturais e o turismo, movimentando cada vez mais pessoas para os ambientes naturais, corresponde a um aumento dramático da distribuição das espécies exóticas, tanto local como globalmente.

2.3. Serviço de conservação do solo

“O solo é uma ligação crucial entre os problemas ambientais globais, como as alterações climáticas, a gestão dos recursos hídricos e a perda de biodiversidade”

(Rubio³⁵ in (AEA, 2010)). Historicamente, os solos sempre estiveram na base da civilização, o seu papel é essencial para o fornecimento de comida e água, juntamente com uma vasta gama de bens e serviços do ecossistema. Os solos são, indiscutivelmente, os sistemas mais complexos na Terra, e estão intimamente ligados à mudança climática, a segurança humana, biodiversidade e a integridade do ambiente mais amplo (Haygarth and Ritz, 2009).

As funções do solo são dependentes do ecossistema e resultam de atividades de organismos do solo. A atividade de microrganismos do solo para mineralizar a matéria orgânica e de fornecer nutrientes para as plantas, suprimir as doenças das plantas e regular a retenção de água e drenagem são exemplos de serviços de ecossistema prestados pelo solo (Smit et al., 2012). Os serviços do ecossistema prestados pelo solo incluem funções principais de produção, funções de resistência e resiliência e funções ambientais (Smit et al., 2012). A descrição dos serviços dos ecossistemas é relevante para a qualidade do solo e podem ser definidos da seguinte forma (Smit et al., 2012):

- i. Fertilidade do solo: este é um aspecto integrado de funções de produção do solo importantes para a agricultura e a natureza.
 - a. Estado nutricional - fornecer e reter nutrientes para as plantas.
 - b. Estrutura do solo - manter uma boa estrutura do solo permitindo que as plantas desenvolvam um bom sistema radicular.
 - c. Supressividade a doenças - a capacidade natural do solo para suprimir as doenças das plantas.
- i. Resistência contra o stress e a adaptabilidade: o solo é frequentemente utilizado para uma única finalidade. É importante que o solo tenha a capacidade de resistir às ameaças e restaurar-se após o stress de origem natural ou humana.
 - a. Resistência contra o stress.

35 José Luís Rubio, Presidente da Sociedade Europeia para a Conservação do Solo.

- b. Adaptação e flexibilidade.
- i. Funções ambientais ou o solo como tampão e reator: o solo desempenha um papel importante nos processos para o ecossistema como um todo, incluindo a atmosfera, águas superficiais, subterrâneas, transporte atmosférico, entre outros:
 - a. Fragmentação e mineralização da matéria orgânica - a capacidade de degradar matéria orgânica e reter uma fração estável do carbono orgânico no solo.
 - b. Atenuação - a capacidade do solo para degradar compostos poluentes.
 - c. Regulação da água - a capacidade de reter e transportar água permitindo o crescimento saudável das plantas.
 - d. Funções do clima - a capacidade de influenciar a humidade do ar.

O solo e o carbono

O solo retém duas vezes mais carbono orgânico do que a vegetação. O solo na UE contém mais de 70 mil milhões de toneladas de carbono orgânico, o que corresponde a cerca de 7% do orçamento de carbono global total. Mais de metade do carbono armazenado no solo da UE encontra-se nas turfeiras da Finlândia, da Irlanda, da Suécia e do Reino Unido(AEA, 2010).

Para contextualizar este valor, basta pensar que os Estados Membros da UE emitem 2 mil milhões de toneladas de carbono, todos os anos, provenientes de várias fontes. Assim, o solo desempenha um papel decisivo nas alterações climáticas (AEA, 2010) .

Matéria orgânica do solo

A substância mais importante na relação entre o solo e o armazenamento de carbono é a “matéria orgânica do solo” (MOS). Trata-se de um recurso extremamente precioso, que desempenha funções essenciais ao ambiente e à economia e pode fazê-lo porque constitui um ecossistema completo em escala microscópica (AEA, 2010).

A MOS é o agente que mais contribui para a fertilidade do solo. Fixa os nutrientes ao solo, armazena-os e disponibiliza-os às plantas. É a casa de organismos do solo, desde bactérias a minhocas e insectos, permitindo-lhes transformar resíduos vegetais e reter nutrientes que podem ser absorvidos pelas plantas e pelas culturas. A MOS também mantém a estrutura do solo, melhorando assim a infiltração da água, diminuindo a evaporação, aumentando a capacidade de retenção de água e evitando a compactação do solo. Além disso, a matéria orgânica do solo acelera o processo de decomposição dos poluentes e pode fixá-los às suas partículas, reduzindo deste modo o risco de escorrência (AEA, 2010).

Solo, plantas e carbono

Através da fotossíntese, todas as plantas em crescimento absorvem CO_2 da atmosfera para produzirem a sua própria biomassa. Porém, os crescimentos que podemos ver acima do solo são acompanhados por um crescimento oculto de magnitude semelhante, que ocorre por baixo da superfície. As raízes libertam continuamente diversos compostos orgânicos para o solo, alimentando a vida microbiótica (AEA, 2010). Este processo intensifica a actividade biológica no solo e estimula a decomposição da MOS para permitir a liberação dos nutrientes minerais de que as plantas necessitam para crescer. Também funciona no sentido contrário: uma parte do carbono é transferida para compostos orgânicos estáveis, que retêm o carbono e impedem que seja libertado para a atmosfera durante vários séculos (AEA, 2010).

Dependendo das práticas de gestão adoptadas pelo agricultor, do tipo de solo e das condições climáticas, a actividade biológica pode ser benéfica ou prejudicial para a MOS. O aumento da MOS cria um sumidouro de carbono a longo enquanto a redução resulta na emissão de CO_2 e as nossas práticas de gestão contribuirão para as emissões totais provocadas pela actividade humana (AEA, 2010). Por isso, a forma como utilizamos a terra tem um impacte enorme sobre a relação entre o solo e o carbono. O mais importante de tudo é o facto de o solo libertar carbono quando os prados naturais, as superfícies florestais exploradas e os ecossistemas naturais são convertidos em terrenos de cultivo (AEA, 2010).

De forma genérica, a mobilização do solo para fins agro-florestais implica a remoção do coberto vegetal original, conduzindo a fenômenos erosivos e à liberação da matéria orgânica acumulada. A degradação do solo implica não só uma diminuição na fertilidade e capacidade de suporte das comunidades vegetais, mas também uma diminuição na capacidade de retenção hídrica, potenciando a escorrência de águas em situações de forte precipitação e em última instância a ocorrência de cheias. A impermeabilização dos solos com urbanização e infra-estruturas impede a recarga dos aquíferos subterrâneos, que intervêm na purificação da água, através da degradação microbiana dos compostos orgânicos e da eliminação dos contaminantes químicos. Os sistemas de montanha e a floresta contribuem para a regulação do ciclo hidrológico, regulando os processos de evapotranspiração, escorrência e recarga (MA, 2009).

As práticas de gestão do solo oferecem uma importante ferramenta de planeamento para aumentar e proteger as populações de solo existentes e fixação de carbono no futuro. Na floresta, o carbono armazenado no solo é influenciado positivamente pela plantação de espécies indígenas, preparação do terreno e exploração de forma adequada, períodos mais longos de rotação, uso de fertilizantes de nitrogênio reduzidos, a calagem reduzida, entre outros (Ostle et al., 2009).

A floresta gerida de forma sustentável faculta serviços de ecossistema intangíveis tal como a conservação e proteção dos solos estabilizando o solo contra os processos de erosão. A floresta impede a erosão do solo e a desertificação, especialmente na montanha ou nas zonas semiáridas, sobretudo através da redução do escorrimento e da velocidade do vento. Contribuem equitativamente para enriquecer e aumentar a profundidade dos solos em que se desenvolvem através das suas raízes grosseiras e finas, que aceleram a desagregação das rochas, cuja desintegração constitui uma importante fonte de matéria orgânica do solo, aumentando, assim, a fertilidade do solo, a sua produtividade e o sequestro de carbono (CE, 2010).

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para a realização deste estudo centrou-se no guia metodológico para a elaboração de cartografia de susceptibilidade e localização de risco elaborado por Guerra et al, 2011. A determinação de serviço de conservação do solo também segundo o mesmo autor, depende da diferença verificada entre a perda de solo potencial e a perda real. Os valores são calculados através da equação universal de perda de solo.

3.1. Base se dados

No presente estudo, a informação cartográfica e vetorial utilizada (tabela 5) foi maioritariamente cedida pela ESA IPVC, com excepção para a Carta Administrativa de Portugal (CAOP versão2010), as quais se encontrava disponível no sítio do Instituto Geográfico Português (IGP).

Tabela 5 - Base de dados de referência e temáticas

Designação	Resolução de referência	Escala de referência
Variáveis biofísicas		
Altimetria		
Curvas de nível	-	1:10.000
Pontos cotados	-	1:10.000
Vértices geodésicos	-	1:10.000
Carta de solos do Entre Douro e Minho		
Solos dominantes	-	1:100.000
Erodibilidade	-	1:100.000
Informação meteorológica (est. meteorológicas: SNIRH; METEOGalicia e SAIH)		
Precipitação anual e mensal	-	1:100.000
Modelo digital de elevação do terreno e declives	10 metros	-
Modelo de acumulação de fluxos hidrologicamente corrigido	10 metros	-
Determinantes humanos		
Carta de Ocupação do solo (1990-2000-2006)	-	1:25.000
Práticas culturais	-	1:25.000
Cartografia de elementos expostos estratégicos, vitais e/ou sensíveis	-	1:10.000

3.2. Modelos de avaliação do risco - Solo/erosão hídrica

A metodologia utilizada na modelação da erosão hídrica do solo baseia-se na aplicação da Equação Universal de Perda de Solo – EUPS, desenvolvida por (WISCHMEIER and SMITH, 1965). Esta equação estima a erosão do solo através da agressividade climática, da erodibilidade do solo, da topografia (comprimento e declive da vertente), grau de cobertura do solo e das práticas de conservação do solo implementadas num dado local, e é expressa pela seguinte equação (tabela 6):

Tabela 6 - Variáveis da Equação Universal de Perda de Solo

$A = R \times LS \times K \times C \times P$			
Descrição das variáveis			
A - Média de perdas de solo (ton.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)			
R -	Agressividade climática (ou índice de erosividade da precipitação)	Representam o potencial de perdas de solo	Fatores naturais
LS -	Comprimento do declive		
K -	Erodibilidade do solo		
C -	Grau de cobertura do solo	Expressão das actividades humanas no território	Fatores antrópicos
P -	Práticas de conservação do solo implementadas num dado local		

a) Determinação da agressividade climática – R

A precipitação representa um dos principais causadores dos fenómenos de erosão hídrica do solo, ao determinar o volume potencial de escoamento superficial (Guerra et al., 2012). Para a determinação do fator R considera-se dados de precipitação das estações meteorológicas com informação disponível para o Distrito de Viana do Castelo. Para estimar o factor R utilizando precipitações mensais e anuais, (Renard and FREIMUND, 1994) propõem a utilização da precipitação média anual em combinação com o índice de Fourier modificado (índice F) que se traduz na equação seguinte:

Tabela 7 - Equação para determinação da agressividade climática

$F = \frac{1}{N} + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{12} \frac{p_{ij}^2}{P_j}$	
p_i	- Precipitação média (mm) para o mês "i" do ano "j"
P	- Total de precipitação para o ano "j"
N	- Número de anos considerados

Uma vez determinada a ponderação associada a cada estação meteorológica, o factor de agressividade climática foi modelado espacialmente através da aplicação de uma expressão de interpolação espacial baseada no modelo IDW (Inverse Distance Weighting).

b) Determinação do comprimento do declive - LS

O factor relacionado com a topografia do terreno resulta da combinação do comprimento da vertente, tendo em ponderação a interferência do declive existente em cada local. Do ponto de vista espacial, este factor é determinado através da análise do modelo topográfico do terreno, de acordo com o qual é determinado um modelo de fluxos hidrologicamente corrigido e uma carta de declives. O primeiro é calculado utilizando um modelo digital de elevação do terreno elaborado a partir da extrapolação espacial de informação de altimetria³⁶. De forma a não contabilizar por excesso zonas de elevada acumulação de escoamento, em particular as zonas de vale, limitou-se o comprimento das vertentes a 500 metros (Guerra et al., 2012). De seguida com a obtenção do modelo de acumulação de escoamento superficial corrigido e da carta de declives, realiza-se uma operação de análise matricial com o objectivo de obter um resultado para este factor que permita avaliar a distribuição geográfica do mesmo na região. Para tal foi aplicada a seguinte equação:

36 Curvas de nível, pontos cotados e vértices geodésicos.

Tabela 8 - Equação para determinação do comprimento do declive

$$LS = \left(\frac{a \times p}{22,13} \right)^{0,4} \times \left(\frac{\sin d}{0,0896} \right)^{1,3}$$

a	- Acumulação de escoamento superficial
p	- Tamanho linear do pixel utilizado
d	- Modelo de declives em radianos

c) Determinação da erodibilidade do solo - K

A erodibilidade do solo representa um dos principais factores limitantes dos processos de erosão, uma vez que determina a facilidade e a velocidade com que uma determinada porção de solo se degrada e em conjunto com a agressividade climática e a topografia do terreno, determinam a erosão potencial (Guerra et al., 2012). Para a determinação da erodibilidade do solo utiliza-se a informação relativa às propriedades do solo disponível nos perfis de solo de suporte à cartografia de solos à escala 1:100.000 para o Entre Douro e Minho, sendo posteriormente calculada pela seguinte equação:

Tabela 9 - Equação da erodibilidade do solo

$$K = \frac{[2,1 \times 10^{-4}(12 - OM)M^{1,14} + 3,25(s - 2) + 2,5(p - 3)]}{100 \times 7,59}$$

Descrição
OM - Matéria orgânica
M - Relação entre as fracções de limo, areia fina e argila
s - Fator relacionado com a estrutura do solo
p - Fator relacionado com a permeabilidade do solo.

d) Determinação do grau de cobertura do solo e práticas culturais – C e P

O factor de cobertura do solo representa a quantidade de solo retido por ação do coberto do solo, sendo determinado como o valor inversamente proporcional à percentagem de solo coberto, ou seja, para uma percentagem de solo coberto de

100% o valor de C é de 0 (zero) e para um solo sem coberto o valor de C é de 1 (um) (Guerra et al., 2012). A avaliação da cobertura do solo foi elaborada como base no valor médio de cobertura de solo (fator C) considerando para cada classe de ocupação do solo tendo como referência a carta de ocupação de solo de 2006 (Guerra et al., 2012).

Tabela 10 - Valores de cobertura do solo (fator C) considerados para cada classe de ocupação do solo presente (tendo por referência a carta de ocupação do solo de 2005) (Guerra et al., 2012).

Classe de ocupação	Fator C	Classe de ocupação	Fator C
Culturas anuais	0,192	Pinhal (pinheiro manso)	0,050
Vinha	0,217	Outras resinosas	0,050
Pomar	0,050	Soutos (Castanheiro bravo)	0,100
Prados e lameiros	0,030	Zonas de incultos ou matos	0,020
Olival	0,100	Zonas sem ou com pouca vegetação	0,385
Medronheiro	0,100	Áreas degradadas	0,500
Sobreiro	0,100	Infra-estruturas	0,010
Carvalhal	0,100	Espaços verdes urbanos	0,020
Eucaliptal	0,200	Zonas urbanas	0,010
Outras folhosas	0,100	Planos de água	0,005

Para a determinação da distribuição geográfica da existência de práticas de conservação do solo (fator P) foi utilizada a cartografia de ocupação do solo disponível a partir da qual foram determinados os índices associados ao factor de práticas de conservação.

Com a finalidade de estimar o serviço de ecossistema fornecido pelos espaços florestais e com base na metodologia adotada por (Guerra et al., 2012) é determinada a componente de erosão de solo potencial (As) associada ao fator P com base na seguinte expressão:

$$As = R \times LS \times K \times P$$

De seguida o gradiente de erosão do solo foi determinado pela expressão:

$$A = As \times C$$

Usando essas duas variáveis, é possível determinar um gradiente de provisionamento do serviço de ecossistema, para os anos considerados, usando a expressão (Guerra et al., 2012):

$$Es = As - A$$

Guerra, et al 2012, referem que método não permite a obtenção de uma medida concreta de erosão do solo, mas contribui para determinar um gradiente de perda de solo e do gradiente de potencial correspondente de serviços de ecossistema fornecidos pela cobertura vegetal.

3.3. Integração espacial e elaboração de cartografia de suscetibilidade

De acordo com a metodologia apresentada anteriormente a determinação da cartografia de suscetibilidade é calculada usando:

A cartografia produzida será classificada de acordo com diferentes graus de susceptibilidade apresentados na tabela seguinte usando como referência as classes determinadas pelo guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica de base municipal da Autoridade Nacional de Protecção Civil (Guerra et al., 2012).

Tabela 11 - Gradiente de qualificação do nível de perdas de solo por erosão hídrica e posterior classificação em classes de suscetibilidade (Guerra et al., 2012)

Perdas de solo	Qualificação do nível de perdas de solo
<5	Muito reduzido
5 - 12	Reduzido
12 - 50	Moderado
50 - 100	Elevado
100 - 200	Muito elevado
> 200	Extremo

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. A Região e a Floresta do Alto Minho

4.1.1. Localização geográfica e administrativa

A área em estudo, a região do Alto Minho, abrange a totalidade do distrito de Viana do Castelo, coincidindo com a NUT de nível III “Alto Minho”, correspondendo a cerca 221.850 ha de área territorial, abrangendo os concelhos identificados na figura e tabela seguintes. A região do Alto Minho está inserida na Região Agrária de Entre Douro e Minho e o instrumento sectorial de gestão florestal a nível regional é o Plano Regional de Ordenamento Florestal do Alto Minho (PROF AM).

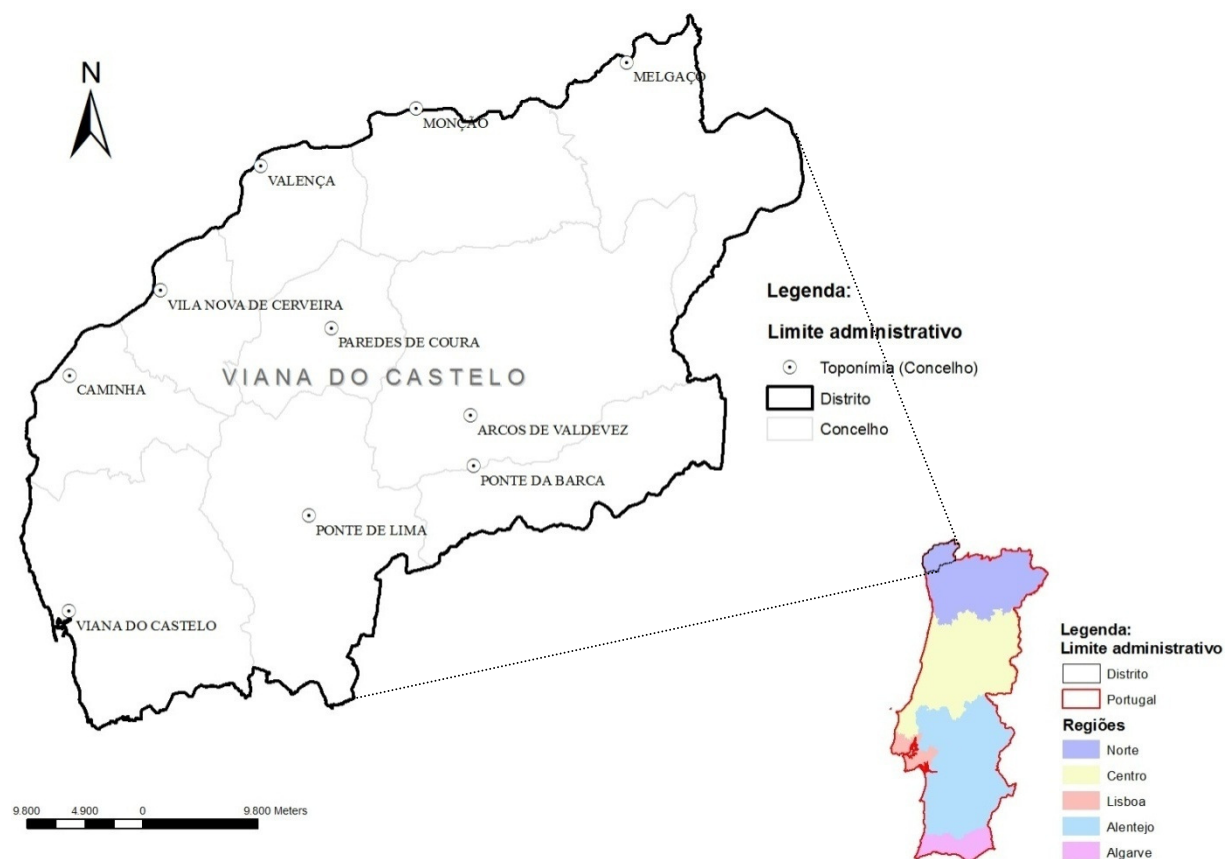


Figura 1 - Localização geográfica do Alto Minho (CAOP, 2010)

Tabela 12 - Enquadramento administrativo (CAOP, 2010)

Região	Distrito	Concelho	Área (ha)
Alto Minho	Viana do Castelo	Arcos de Valdevez	44764
		Caminha	13645
		Melgaço	23827
		Monção	21133
		Paredes de Coura	13820
		Ponte da Barca	18213
		Ponte de Lima	32028
		Valença	11714
		Viana do Castelo	31861
		Vila Nova de Cerveira	10848

4.1.2. Caracterização bio-física, humana e sócio económica e florestal do Alto Minho

A ocupação florestal é em grande parte determinada pelas características físicas, humanas e socioeconómicas de determinada região, e é neste sentido que surge a necessidade de uma caracterização resumida de algumas destas características da região em estudo.

4.1.2.1. Bio-física

A caracterização do meio físico implica o estudo das várias componentes, objectos e a respectiva associação e relações. Estes descritores, quando abordados de uma forma integrada, permitem compreender de uma forma mais completa e abrangente o território em estudo (Machado, 2006).

a) Clima

Tendo em conta a extensão da dissertação, para este ponto foi contemplada a caracterização climática, consideraram-se os dados relativos à Temperatura Média

Anual, às Geadas e à Precipitação Média Anual por serem aqueles que mais condicionam o desenvolvimento vegetativo da flora florestal (PROFAM, 2006).

A Temperatura Média Anual na região do Alto Minho representada na figura seguinte está compreendida entre valores inferiores a 10°C, no extremo Este do concelho de Ponte da Barca, até 12,5°C-15°C (desde as zonas mais baixas junto ao rio Minho,

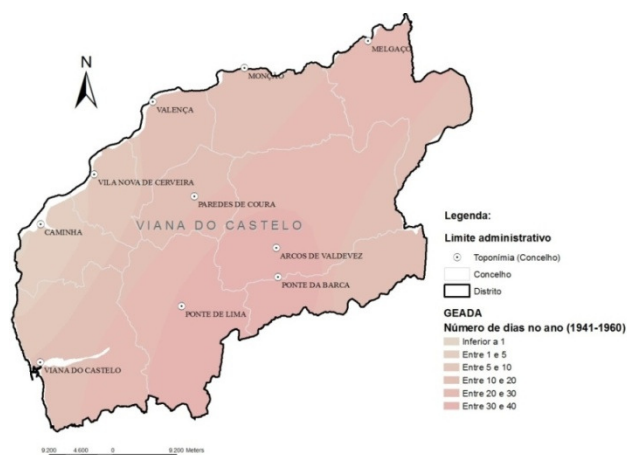


passando por toda a costa do Alto Minho até grande parte do concelho de Ponte de Lima).

As temperaturas intermédias (entre os 10°C e os 12,5°C) ficam reservadas para os concelhos mais interiores e locais mais elevados.

Figura 2 - Temperatura média anual (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital

O número médio de dias de geada por ano representado na figura seguinte varia entre valores inferiores à unidade (freguesias de Moledo, Cristelo e Vilarelho do



concelho de Caminha) até aos compreendidos entre os 30 e os 40 dias (zona Este e Sul do concelho de Ponte de Lima, Sudoeste de Arcos de Valdevez e Oeste de Ponte da Barca). Verifica-se, que a maior parte da área em estudo tem um período de geada inferior a um mês, aumentando à medida que se caminha para o interior da região e se vai subindo em altitude.

Figura 3 - Geada (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital

No que diz respeito à precipitação representada na figura seguinte, os valores variam entre 1000 mm e superior a 2800mm. Sendo um factor muito afectado pela altitude, exposição e distância ao mar, facilmente se identificam os locais mais pluviosos com os acidentes orográficos mais elevados e expostos aos ventos

ocidentais. Portanto, verifica-se que as zonas costeiras, nomeadamente, os locais mais junto aos rios Minho e Lima e as áreas mais protegidas, registam valores mais baixos (na ordem dos 1000-1400 mm), enquanto nas formações montanhosas mais relevantes registam-se valores superiores a 2800mm, coincidindo com a Serra de Peneda e Amarela.

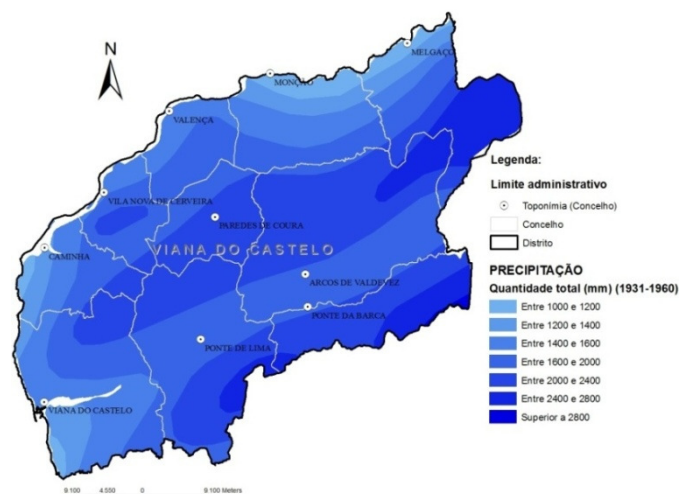


Figura 4 - Precipitação (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital

b) Fisiografia

Quanto à altimetria, representadas nas figuras seguintes, o Alto Minho é caracterizado pelos vales formados pelas duas bacias hidrográficas, rios Minho e Lima, separados por uma série de formações montanhosas. No sentido Oeste-Este pode-se distinguir as serras de Arga, Boalhosa e Anta, terminando, na sua fronteira nascente, nas alturas das serras do Soajo e Peneda e planalto de Castro Laboreiro. Esta progressão orográfica é apenas descontinuada pela intrusão do rio Vez, rompendo a cadeia de Norte para Sul na sua marcha para o rio Lima. A Sul do rio Lima, quadrante Sudeste do concelho de Ponte da Barca, encontra-se a serra Amarela, fazendo a cisão das cabeceiras do rio Lima e Cávado (PROFAM, 2006). Fazendo a divisão da altimetria da região do Alto Minho nos níveis altimétricos apresentados na figura seguinte, adoptados por Manique e Albuquerque, verifica-se que 63% desta região se insere no nível basal (0-400m), enquadrando as faixas do litoral e sublitoral e ao longo dos vales dos rios Minho e Lima, assim como os vales

interiores do rio Vez. 21% do território é compreendido pelo nível submontano (400-700m). Neste nível enquadram-se as elevações da serra de Santa Luzia e outras que acompanham a faixa litoral e os rios acima referidos. Por sua vez, as zonas mais elevadas das serras de Arga, Boalhosa e Anta, o planalto de Coura (Corno do Bico) e as faldas das serras Amarela, Soajo e Peneda representam 9% do território inserindo no nível montano (700-1000m). O nível altimontano (1000-1300m) representa 7% do território e compreende partes das serras do Soajo, Peneda e Amarela, estando os cumes das duas primeiras serras no nível erminiano (> 1300m), a que corresponde menos de 1% do território do Alto Minho (PROFAM, 2006).

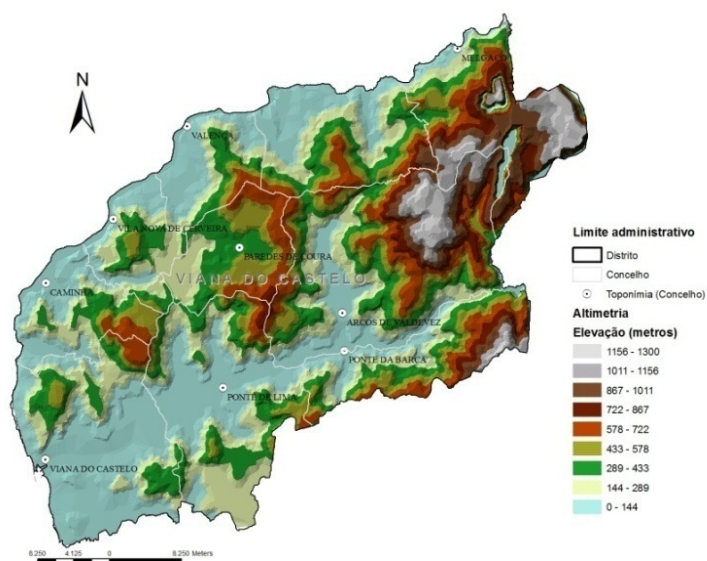


Figura 5 - Altimetria (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital

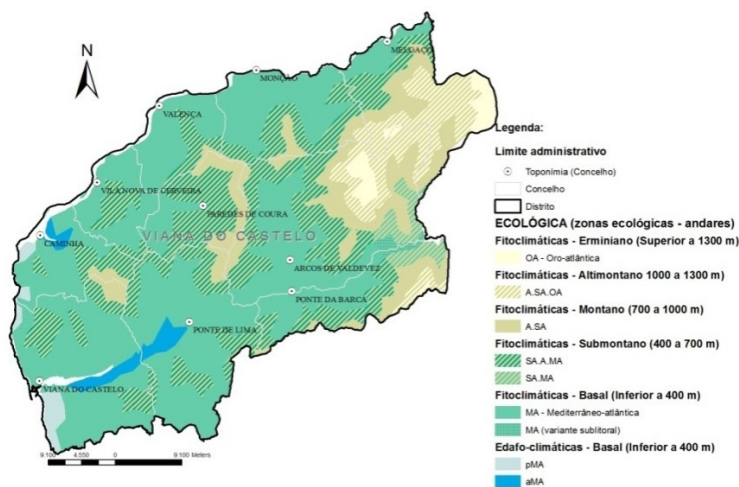
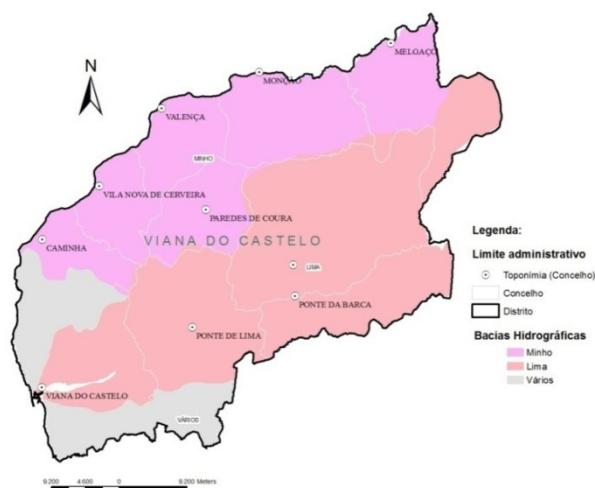


Figura 6 - Zonas Ecológicas (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital

No que diz respeito às bacias hidrográficas representadas na figura seguinte, esta região tem duas grandes bacias, representadas pelas bacias do Rio Minho e Rio Lima. Contudo, existem, a uma escala mais reduzida, outros cursos de água com relevância, alguns dos quais integrados nas bacias acima apontadas, como são o caso dos rios Vez, Coura e Mouro. Os rios Neiva e Âncora formam outras duas bacias hidrográficas (menos significativas que as anteriores) que, tal como as acima



citadas, são caracterizadas por fortes declives associados às zonas de cabeceira a montante, atenuando-se, posteriormente, os leitos à medida que progridem em vales cada vez mais planos, favorecendo os processos de sedimentação (PROFAM, 2006).

Figura 7 - Bacias Hidrográficas (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital

c) Litologia

Segundo a Carta Litológica (figura 8), surge neste território, três complexos derivados de diferentes formações geológicas. O mais representativo é constituído por rochas eruptivas plutónicas – Granito e rochas afins.

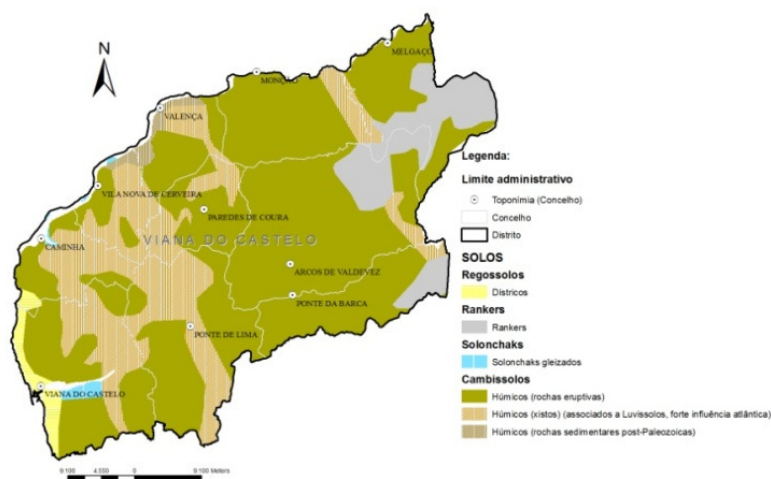


Figura 8 - Solos (Alto Minho). Fonte: Atlas do Ambiente Digital

Segundo o PROF-AM e a Carta de Solos do Entre-Douro e Minho, a mancha com maior representatividade, com

52% da área, é caracterizada por regossolos³⁷. Seguem-se os antrossolos³⁸ ocupando 24% do território, e de seguida os leptossolos³⁹. Ocorrendo com 3% de extensão no território, aparecem os cambissolos⁴⁰. Por último, e com apenas 3% de cobertura da área da região Minho e Lima, surgem os fluviissolos⁴¹.

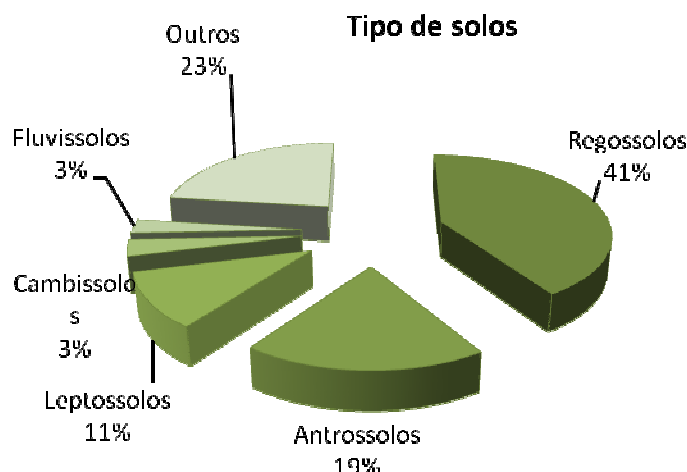


Gráfico 3 - Tipo de solos Alto Minho – Fonte: PROF-AM e a Carta de Solos do Entre-Douro e Minho

No que respeita à aptidão do solo esta também representa elevada importância na ocupação florestal de determinada região. Relativamente a este parâmetro, e tendo por base a Carta de Solos e Aptidão da Terra para a Agricultura em Entre Douro e Minho elaborada por Geometral e Agroconsultores (1999), foi possível determinar que, a região do Ato Minho caracteriza-se (gráfico 4) por solos com aptidão florestal (PROF-AM, 2006).

37 Solos profundos, constituídos por materiais muito heterogêneos, derivados de outros materiais que não sedimentos fluviais ou arenosos e de fertilidade mediana

38 Solos que foram profundamente modificados pelas actividades humanas

39 Solos com espessura inferior a 30cm

40 Solos profundos com um horizonte superficial de textura ou cor distinta da dos horizontes vizinhos

41 Solos profundos que se desenvolvem a partir de sedimentos fluviais

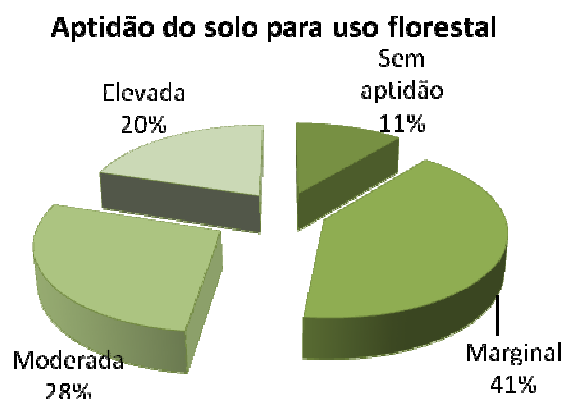


Gráfico 4 - Aptidão do solo para uso florestal. Fonte PROF AM 2006

4.1.2.2. Humana e sócia económica

d) Demografia

Segundo dados preliminares dos Censos de 2011 do INE, na região do Alto Minho verifica-se uma densidade populacional de 110 hab./Km², sendo o concelho de Viana do Castelo aquele que apresenta maior densidade populacional (279 hab./Km²) e o concelho de Melgaço o de menor densidade populacional (39hab./Km²). Ao longo da última década a população residente na região do Alto Minho sofreu um decréscimo de 2,18% com especial incidência para o interior da região nomeadamente nos concelhos de Arcos de Valdevez, Melgaço e Ponte da Barca onde o chamado “êxodo rural” contribuiu para a diminuição da população residente de forma significativa. Contrariamente os concelhos de Vila Nova de Cerveira e Viana do Castelo foram os únicos concelhos que aumentaram a sua população residente, 4,79% e 0,41% respectivamente. Os dados apresentam-se na tabela seguinte.

Tabela 13 - Estatística população residente, densidade e crescimento populacional no Alto Minho (Fonte: INE, 2012)

Zona Geográfica	Área (Km ²)	2001 Populaçã o residente	Densidade Populacional (ha/Km ²)	2011 (Dados preliminares) População residente	Densidade Populacional (ha/Km ²)	Crescimento Populacional (2001-2011) (%)
Alto Minho	2218,4	250275	113	244947	110	-2,18
Arcos de Valdevez	447,6	24761	55	22855	51	-8,34
Caminha	136,4	17069	125	16630	122	-2,64
Melgaço	238,3	9996	42	9187	39	-8,81
Monção	211,3	19956	94	19210	91	-3,88
Paredes de Coura	138,2	9571	69	9251	67	-3,46
Ponte da Barca	182,1	12909	71	12027	66	-7,33
Ponte de Lima	320,3	44343	138	43594	136	-1,72
Valença	117,1	14187	121	14129	121	-0,41
Viana do Castelo	318,6	88631	278	88767	279	0,15
Vila Nova de Cerveira	108,5	8852	82	9297	86	4,79

e) Propriedade e organização florestal

i. Estrutura e propriedade

Na região do Alto Minho a estrutura da propriedade privada é de minifúndio. As maiores áreas contínuas florestais correspondem às áreas baldias e às áreas florestais integradas em explorações agrícolas (PROFAM, 2006). Ainda segundo o PROFAM, verifica-se que as áreas baldias mais importantes (>100ha) se concentram, fundamentalmente, a Norte do rio Lima, coincidindo com as principais formações serranas, ou seja, com as serras d'Arga, Soajo e Peneda. Registam-se também, ainda que em menor número, áreas baldias com dimensões acima do referido no concelho de ponte de Lima.

ii. Restrições de utilidade pública

Apresentam-se, de seguida, um conjunto de restrições que se considera serem de grande importância para o planeamento florestal desta região:

- Regime Florestal
- Proibição⁴² de alteração ao uso do solo, até 10 anos após a ocorrência do fogo
- Reserva Ecológica Nacional⁴³ (REN) e Reserva Agrícola Nacional⁴⁴ (RAN);
- Restrições⁴⁵ ao cultivo de eucaliptos, acácias-mimosa e ailantos;
- Instrumentos de Ordenamento do Território;
- Instrumentos de planeamento territorial⁴⁶;
 - Instrumentos de política sectorial – Planos sectoriais: Planos de Bacia Hidrográfica dos Rios Lima e Minho.
 - Instrumentos de natureza especial – Planos Especiais de Ordenamento do Território - PEOT
 - Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas: Parque Nacional da Peneda Gerês, Paisagem Protegida do Corno do Bico, Paisagem Protegida das Lagoas de Bertandos e S. Pedro de Arcos), Plano de Ordenamento da Orla Costeira no troço⁴⁷ Caminha/Espinho e Rede Natura 2000.

4.1.2.3. Ocupação do solo e povoamentos florestais

A ocupação do solo é o fator que mais prepondera a organização territorial. Perceber o ordenamento do território de um dado local fornece informações muito

42 Decreto-Lei n.º 327/90, de 22 de Outubro.

43 Regulamentada pelos Decreto-Lei n.º 321/83, de 5 de Julho, Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março, Decreto-Lei n.º 79/95, de 20 de Abril, Decreto-Lei n.º 180/2006, de 6 de Setembro, DL 166 - 2008 de, 22 Agosto e Declaração de Rectificação 63 B - 2008, de 21 Outubro.

44 Regulamentada pelos Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de Março, Decreto-Lei n.º 196/89, de 14 de Junho e Declaração de Rectificação n.º 15/2011, de 23 de Maio.

45 Decreto-Lei n.º 28039, de 14 de Setembro de 1937-

46 Planos Directores Municipais dos 10 concelhos.

47 Na região do Alto Minho abrange os concelhos de Caminha e Viana do Castelo.

importantes acerca da distribuição de usos existentes, assim como, da possibilidade de os alterar ou ordenar (PROFAM, 2006).

Os mapas as seguir apresentam a ocupação do solo para a região do Alto Minho nomeadamente para os anos de 1990, 2000 e 2006. Pela sua análise representada no gráfico seguinte constata-se que as áreas florestais, que incluem os meios seminaturais, representavam 70% da área da região no ano de 1990 sofrendo um decréscimo de 1,4% (cerca de 3.000ha) comparativamente a 2006. De igual forma as áreas agrícolas sofreram uma redução da sua ocupação de 24,5% para 21, 6%. Esta diminuição deve-se ao aumento da área urbana.

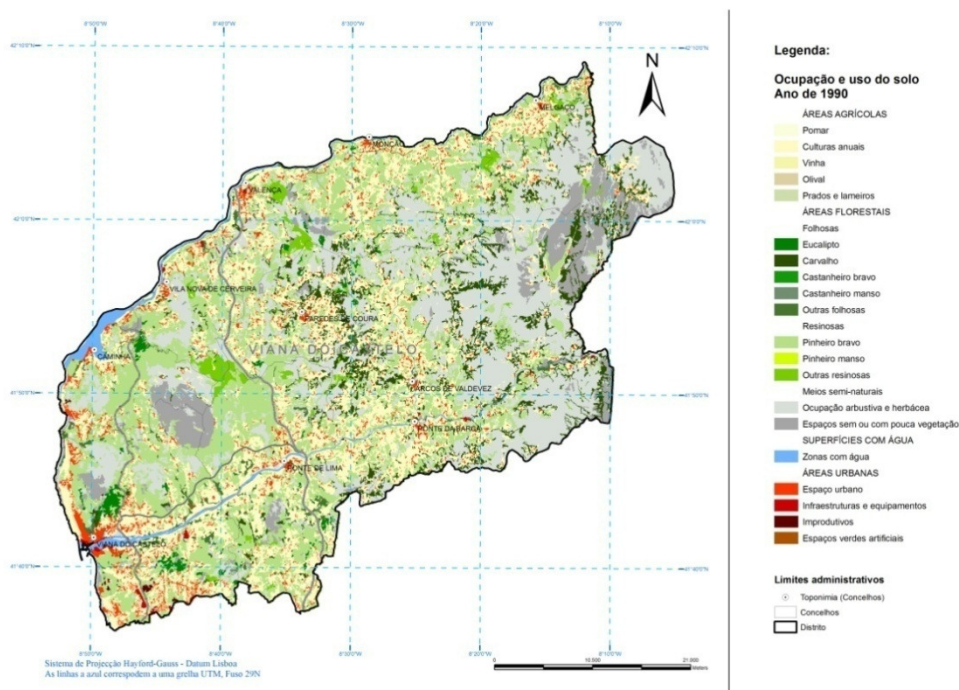


Figura 9 - Ocupação e uso do solo Ano de 1990 (Fonte: IGEOE)

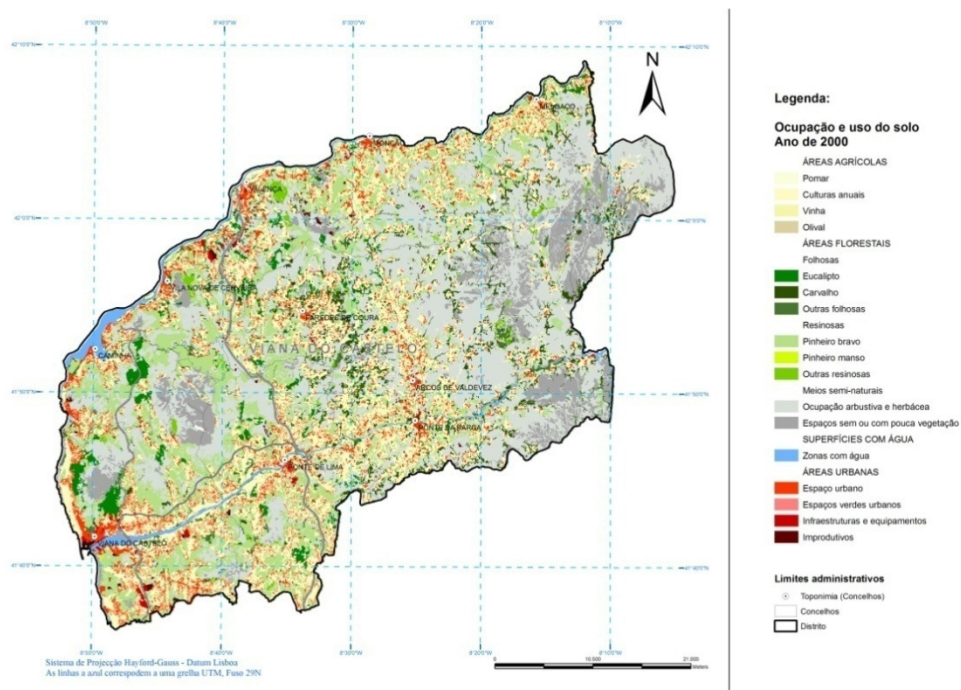


Figura 10 - Ocupação e uso do solo Ano de 2000 (Fonte: SIGN)

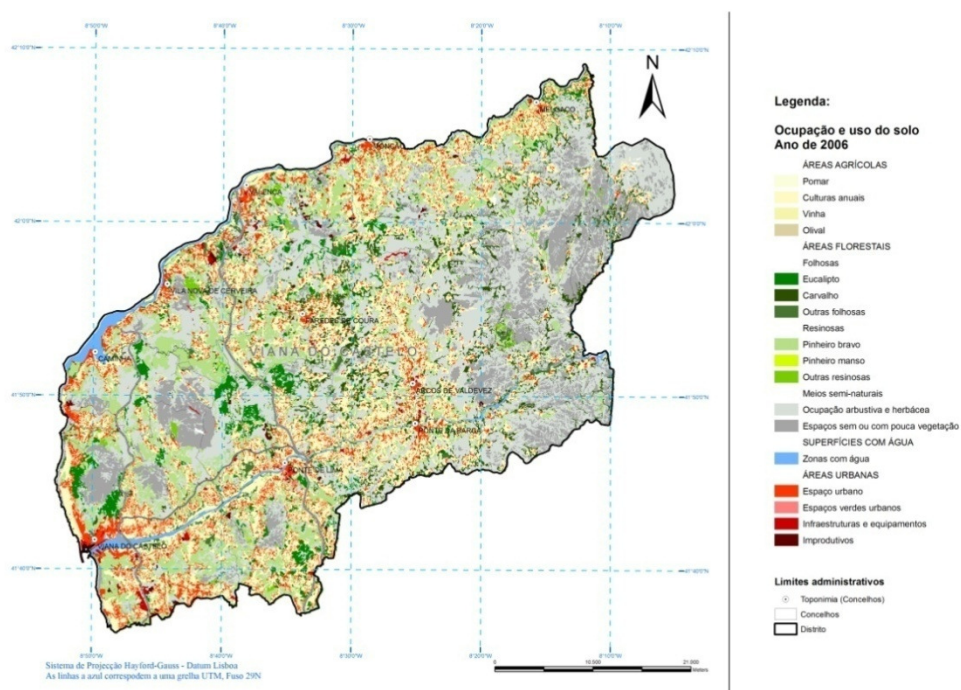


Figura 11 - Ocupação e uso do solo Ano de 2006 (Fonte: SIGN II)

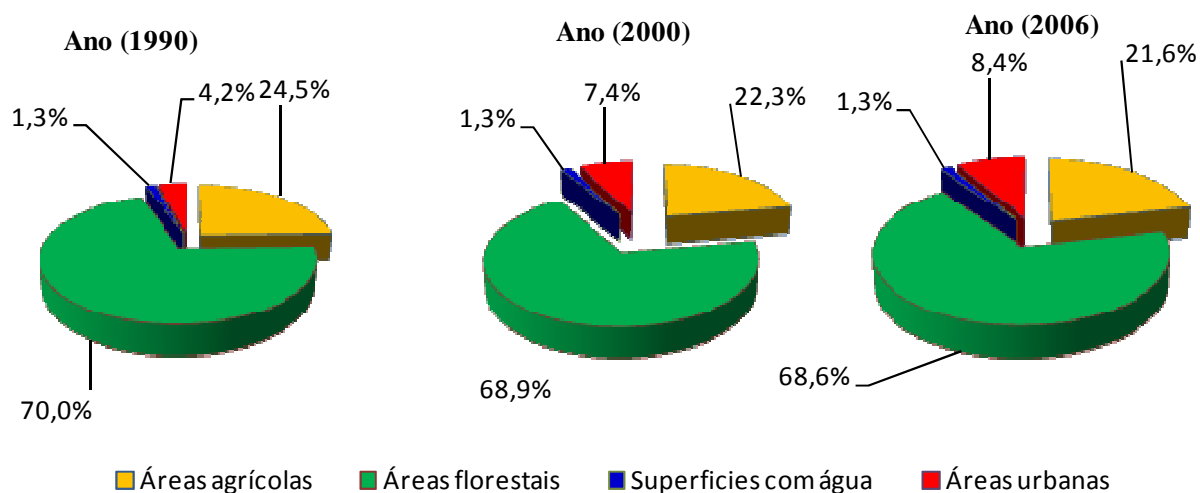


Gráfico 5 - Ocupação e uso do solo

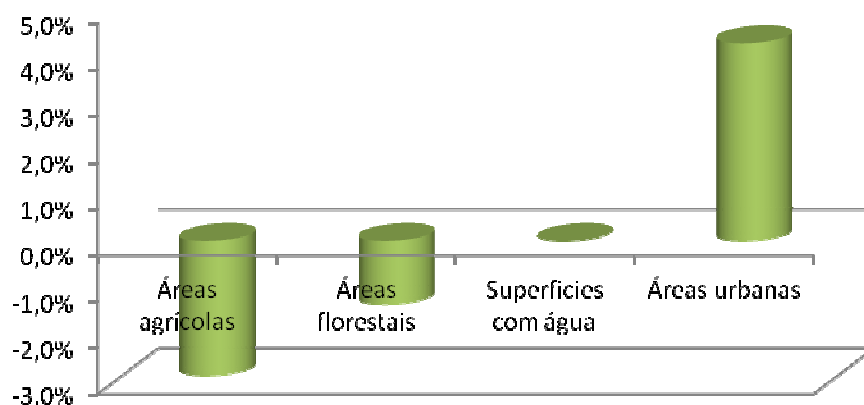


Gráfico 6 - Alterações de uso do solo entre 1990 e 2006 (%)

A ocupação florestal é muito determinada pelas características orográficas, bem como pelas respectivas limitações edáficas. Consta-se que os espaços florestais, incluindo os meios naturais e semi naturais ocupam nesta região uma representatividade muito relevante do território, ocupação que é, de forma significativa, transversal ao mesmo (do interior ao litoral) (PROF Alto Minho). Pela análise da tabela seguinte a ocupação com maior representatividade dizem respeito às áreas de vegetação arbustiva alta e floresta degradada ou de transição seguidas da ocupação por pinheiro bravo e terras aráveis.

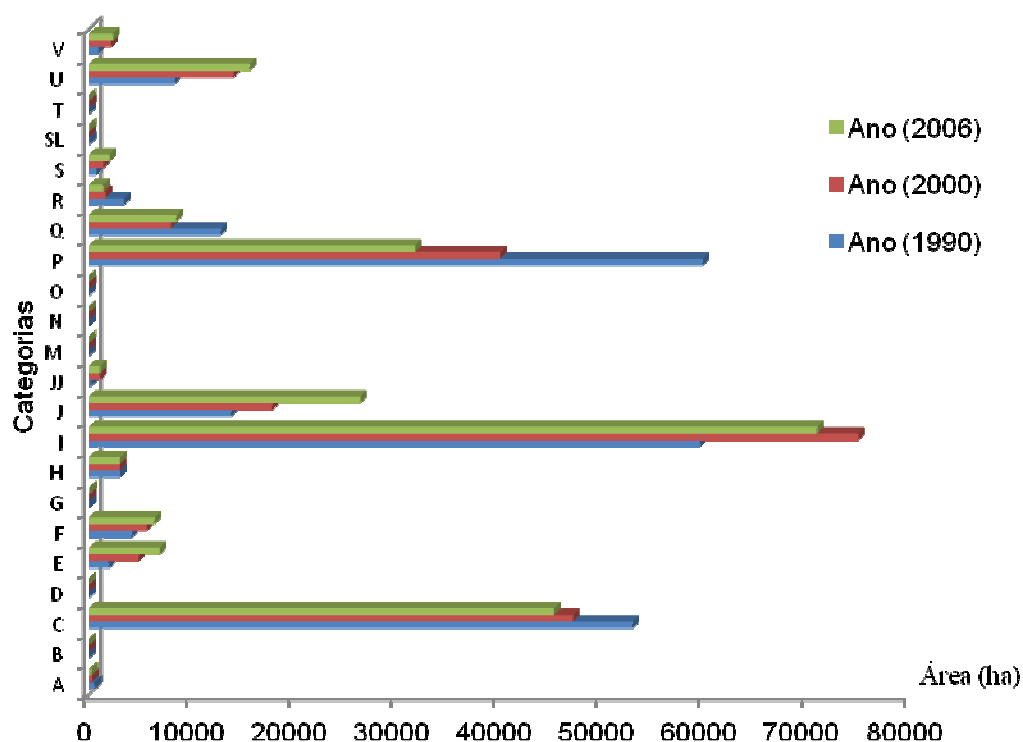


Gráfico 7 - Ocupação do solo por categorias, anos de 1990, 2000 e 2006.

Tabela 14 - Descrição das categorias de ocupação do solo

Categorias	Descrição
A	Pomar
B	Sobreiro
C	Terras aráveis
D	Outras arbustivas
E	Eucalipto
F	Outras folhosas
G	Prados permanentes
H	Meios aquáticos
I	Vegetação arbustiva alta e floresta degradada ou de transição
J	Rocha nua e solos sem cobertura vegetal
JJ	Improdutivos
M	Pinheiro manso
N	Castanheiro manso
O	Olival
P	Pinheiro bravo
Q	Carvalhos
R	Outras resinosas
S	Infra-estruturas e equipamentos
SL	Espaço verde artificial
T	Castanheiro bravo
U	Espaço urbano
V	Culturas permanentes

As principais alterações (gráfico 8) que ocorreram a nível da ocupação do solo dizem respeito ao aumento das áreas com ocupação de vegetação arbustiva alta e floresta degradada ou de transição e solos sem cobertura vegetal em detrimento da diminuição drástica da ocupação por pinheiro bravo em cerca de 12%.

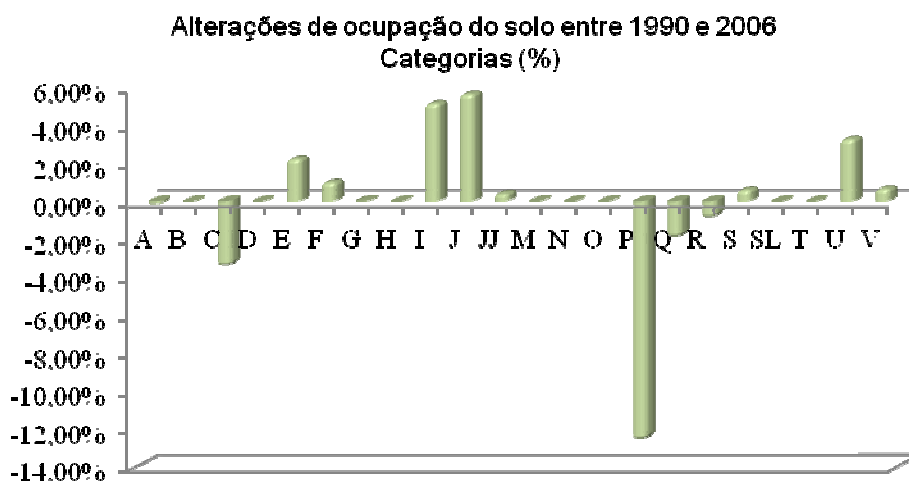


Gráfico 8 - Alterações de ocupação do solo entre 1990 e 2006

Analisando a variação da ocupação do solo, por categorias, representadas na matriz da tabela 15 constata-se que as principais alterações ocorridas dizem respeito à ocupação do solo por inculto no caso de pinheiro bravo e por improdutivo no caso de inculto. Outras alterações relevantes na ordem dos 1 a 5% ocorrem na ocupação das terras aráveis pelo espaço urbano. Áreas de pinheiro bravo, 3,07%, foram ocupadas por terras aráveis e eucaliptais.

Tabela 15 - Matriz de variações de ocupação do solo entre 1990 e 2006

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	JJ	M	O	P	Q	R	S	SL	T	U	V	Total 1990
A	0,05		0,06		0,00	0,00		0,00	0,01	0,00	0,00		0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00		0,02	0,08	0,24
C	0,02	0,00	17,36	0,00	0,09	0,57	0,02	0,04	0,96	0,05	0,04	0,00	0,00	0,68	0,43	0,00	0,15	0,01	0,00	2,82	0,65	23,89
E	0,00		0,02		0,35	0,02		0,00	0,21	0,02	0,00			0,22	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00	0,85
F	0,00		0,24		0,04	0,76		0,03	0,24	0,02	0,01			0,24	0,14	0,02	0,02	0,00	0,00	0,08	0,02	1,86
G			0,00				0,01		0,00	0,00					0,00							0,01
H	0,00		0,02		0,00	0,04		1,08	0,02	0,02	0,00			0,01	0,01	0,00	0,01	0,00		0,00	0,00	1,21
I	0,00	0,00	0,34		0,35	0,20	0,01	0,05	17,36	6,11	0,13			1,50	0,34	0,07	0,13	0,01	0,00	0,23	0,01	26,84
J	0,00		0,04		0,02	0,04	0,00	0,03	1,52	4,34	0,08			0,11	0,04	0,02	0,05			0,02	0,01	6,32
M	0,00		0,00						0,00			0,00								0,00		0,00
N			0,00		0,00						0,00			0,00						0,00		0,00
O			0,00						0,00				0,00	0,00						0,00	0,00	0,00
P	0,01	0,00	1,16		1,91	0,81	0,00	0,02	9,44	0,98	0,17	0,00	0,00	10,70	0,48	0,27	0,27	0,00	0,00	0,71	0,11	27,04
Q	0,00		0,46		0,13	0,34	0,00	0,03	1,64	0,28	0,00			0,41	2,33	0,01	0,01	0,00	0,01	0,08	0,00	5,73
R	0,00		0,01		0,19	0,04			0,54	0,06	0,00	0,01		0,38	0,03	0,00	0,00			0,00	0,00	1,26
S	0,00		0,01		0,00	0,01		0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,17	0,17	0,00		0,05	0,00	0,49
T									0,00	0,00					0,00							0,00
U	0,00		0,55		0,01	0,02	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00		0,00	0,06	0,01	0,05	0,05	0,00		2,98	0,02	3,82
V	0,00	0,00	0,16		0,00	0,01		0,00	0,02	0,00	0,00			0,01	0,00	0,01	0,01			0,04	0,13	0,39
Total 2006	0,08	0,00	20,43	0,00	3,09	2,86	0,04	1,30	32,04	11,90	0,44	0,01	0,00	14,35	3,81	0,62	0,88	0,02	0,01	7,04	1,03	

Legenda:

- sem alteração
- alteração inferior a 0,1%
- alteração entre 0,1 e 1%
- alteração entre 1 e 5%
- alteração entre 5 e 10%

a) Principais espécies

Utilizando como base o PROF da região em estudo, a caracterização dos povoamentos florestais realiza-se tomando por base as espécies mais representativas (*Pinus pinaster*, o *Eucalyptus globulus* e o *Quercus robur*)(PROFAM, 2006) .

- i. Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) – O pinheiro bravo apresenta-se como a espécie melhor adaptada ao Alto Minho (relativamente a outras espécies estudadas) e estável em termos produtivos ao longo da região (desde o nível basal até ao altimontano), confirmando-se a sua elevada plasticidade. Ressalva-se o facto de os melhores resultados em termos de produtividade foram obtidos nas zonas ecológicas Basal atlântica (até 400 metros de altitude) e Submontana subatlântica (400 a 700 metros de altitude), com realce para esta última. São

previsíveis produções de 9,5 a 13,5 m³/ha/ano no termo da explorabilidade absoluta⁴⁸(Marques and Aranha, 1992; PROFAM, 2006).

- ii. Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) - O eucalipto mostra-se perfeitamente adaptado na zona Basal atlântica (0-400m), na qual atinge valores de produtividade da ordem de 23,6m³/ha/ano, num curto espaço de tempo⁴⁹, enquadrando-se na 2ª classe de qualidade (na classificação de cinco classes), correspondendo a uma altura dominante superior a 22 metros e a uma produção entre 15 e 26,1 m³/ha/ano aos 10 anos de idade ((PROFAM, 2006) (Marques and Aranha, 1992).
- iii. Carvalho alvarinho (*Quercus roble*) - O carvalho alvarinho apresenta análoga adaptabilidade à do pinheiro bravo, encontrando-se representado em todas as zonas ecológicas. Porém, não apresenta semelhante estabilidade produtiva. Objectivamente, constata-se uma melhor adaptação desta espécie no nível basal (3,8m³/ha/ano aos 60 anos) e no nível submontano (4m³/ha/ano aos 70 anos), valores que se enquadram na 3ª e última classe de qualidade segundo as tabelas de produção inglesas, que predizem uma produção de 4m³/ha/ano no termo da explorabilidade absoluta aos 80 anos ((PROFAM, 2006) (Marques and Aranha, 1992).

b) Regime de gestão da propriedade

Na área correspondente à região do Alto Minho estão incluídos Perímetros Florestais⁵⁰ apresentados na tabela seguinte. Dos 146.928ha de área florestal da

48 Aos 35 anos

49 Aos 10 anos

50 Os Perímetros Florestais são constituídas por terrenos baldios, autárquicos ou particulares e estão submetidos ao Regime Florestal Parcial por força dos Decretos dos anos de 1901 e 1903, e demais legislação complementar.

região do Alto Minho, cerca de 35% (51.832ha), representam área submetida ao regime florestal e cerca de 24% (35.509ha) representam áreas protegidas. Dos valores apresentados pode-se estimar uma ocupação florestal privada e área comunitária não submetida ao regime florestal, de cerca de 40% (59.419ha).

Tabela 16 - Perímetros Florestais na região do Alto Minho (AFN, PER_V31)

Perímetro Florestal	Área Total (ha)	Espaços florestais arborizados		Concelhos
		(ha)	%	
Mata Nacional do Camarido	145,34	139	96	Caminha
Perímetro Florestal da Serra de Anta	4.011,86	555	14	Monção; Arcos de Valdevez
Perímetro Florestal da Serra de Arga	7.367,08	1.231	17	Vila Nova de Cerveira; Paredes de Coura; Caminha; Ponte de Lima Viana do Castelo
Perímetro Florestal de Boalhosa	5.527,42	2.062	37	Monção; Valença; Arcos de Valdevez; Paredes de Coura
Perímetro Florestal de Entre Lima e Neiva	2.822,34	902	32	Ponte de Lima; Viana do Castelo
Perímetro Florestal de Entre Vez e Coura	4.396,98	1.843	42	Arcos de Valdevez; Paredes de Coura; Ponte de Lima
Perímetro Florestal da Serra Amarela	938,38	23	2	Ponte da Barca
Perímetro Florestal das Serras de Soajo e Peneda	14.744,73	1.713	12	Melgaço; Monção; Arcos de Valdevez
Perímetro Florestal de Santa Luzia	2.272,50	372	16	Viana do Castelo
Perímetro Florestal das Serras de Vieira e Monte Castro	9.545,99	4.523	47	Valença; Vila Nova de Cerveira; Paredes de Coura, Caminha; Ponte de Lima; Viana do Castelo
Pinhal da Gelfa	60	-	-	Caminha

c) Delimitação das sub-regiões homogéneas e respectivas funcionalidades

De acordo com o PROF AM e as Sub Regiões Homogéneas as funcionalidades dos espaços florestais assumem como 1ª Prioridade a Função de Proteção em 132.249 ha, seguida da Função de Produção com 46.797 ha e Conservação com 42.760 ha.

São comuns a todas as sub-regiões homogéneas a prossecução dos seguintes objetivos específicos:

- Diminuir o número de ignições de incêndios florestais;
- Diminuir a área queimada;
- Reabilitação de ecossistemas florestais;
 - Proteger os valores fundamentais de solo e água;
 - Salvaguarda do património arquitectónico e arqueológico;
 - Melhoria da qualidade paisagística dos espaços florestais;
 - Promoção do uso múltiplo da floresta;
 - Potenciar a biodiversidade dos espaços florestais;
 - Recuperação de galerias ripícolas;
 - Monitorização da vitalidade dos espaços florestais;
 - Estabelecimento de medidas preventivas contra agentes bióticos;
 - Recuperação de área ardidas.
- Beneficiação de espaços florestais, nomeadamente:
 - Aumento da diversidade da composição dos povoamentos dos espaços florestais;
 - Promoção do uso múltiplo da floresta;
 - Redução das áreas abandonadas;
 - Criação de áreas de gestão única de gestão adequada;
 - Aumentar a incorporação de conhecimentos técnico-científicos na gestão;
- Consolidação da actividade florestal, nomeadamente:
 - Profissionalização da gestão florestal;
 - Incremento das áreas de espaços florestais sujeitos a gestão profissional;
 - Promover a implementação de sistemas de gestão sustentáveis e sua certificação;
 - Promover a diferenciação e valorização dos espaços florestais através do reconhecimento prestado pela certificação.
- Aumentar o conhecimento sobre a silvicultura das espécies florestais;

- Monitorizar o desenvolvimento dos espaços florestais e o cumprimento do plano.

Na tabela seguinte apresenta-se as funcionalidades dos espaços florestais por SRH.

Tabela 17 - Funcionalidades dos espaços florestais (PROFAM, 2006)

Sub Região Homogénea	Área (ha)	Área (%)	1ª Prioridade	2ª Prioridade	3ª Prioridade
Alvarinho	5910	2,66	Produção	Recreio e Paisagem	Proteção
Arga - Coura	69171	31,19	Proteção	Produção	Silvopastorícia, Caça e Pesca
Ázere-Touvedo	13459	6,07	Proteção	Produção	Silvopastorícia, Caça e Pesca
Caminha-Neiva	10061	4,54	Proteção	Recreio e Paisagem	Produção
Corno do Bico	3157	1,42	Conservação	Recreio e Paisagem	Proteção
Lima-Neiva	13915	6,27	Produção	Proteção	Silvopastorícia, Caça e Pesca
Neiva	4739	2,14	Produção	Proteção	Recreio e Paisagem
PNPG	39603	17,85	Conservação	Silvopastorícia, Caça e Pesca	Proteção
Vale do Lima	22234	10,02	Produção	Recreio e Paisagem	Proteção
Vez	39559	17,83	Proteção	Silvopastorícia, Caça e Pesca	Produção

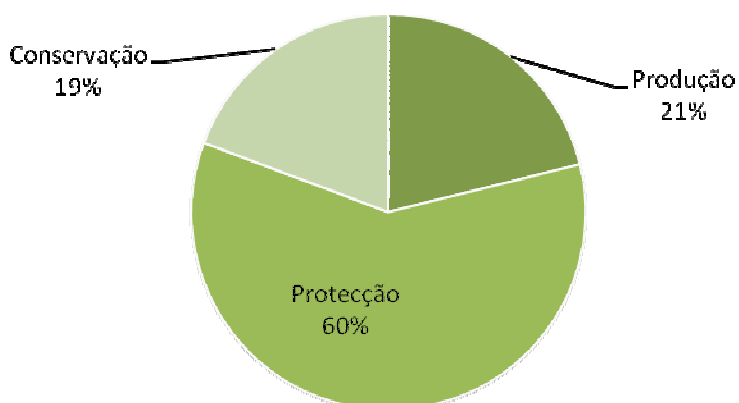


Gráfico 9 - Funcionalidades dos espaços florestais – 1ª Prioridade (PROFAM, 2006)

Nesta região estão representadas a função de Proteção em 60% da área, seguida de 46.796,81ha com função prioritária de Produção e com função prioritária de Conservação temos 42.759,55ha com uma representatividade 21% e 19% respectivamente. Deste modo, temos definido como proteções de maior relevo a proteção da rede hidrográfica, a proteção contra a erosão eólica, hídrica e cheias e a proteção microclimática e ambiental. A produção florestal e a manutenção da diversidade biológica e genética e de geomonumentos possuem igualmente grande interesse para esta região. As funções de Silvopastorícia, caça e pesca de águas interiores e de Recreio surgem como 2ª e 3ª função.

4.1.2.4. Aspetos de mercado

Caça: No Alto Minho estão constituídas diversas figuras de ordenamento, nomeadamente cerca de 81 Zonas de Caça . Este número representa cerca de 81% do território do Alto Minho ordenado cinegeticamente (cerca de 179.000ha). Na região Alto Minho as potencialidades cinegéticas concentram-se em três grupos: caça menor (Coelho, Perdiz, Lebre e Raposa), espécies migradoras (Rola, Pato, Codorniz, Pombo, galinhola, Narceja, entre outras) e caça maior (Javali, Corço e Veado)(PROFAM, 2006).

Pesca: Área de enormes potencialidades para a exploração deste recurso devido ao elevado número de cursos de água onde a actividade piscatória pode ser praticada. São muitas as espécies possíveis de serem encontradas, designadamente: lampreia, sável, truta, enguia, barbo, boga e carpa (PROF AM, 2006). Existem na região, 16 concessões de pesca desportiva , 5 concessões de pesca reservada e uma zona de pesca profissional (ZPP), a ZPP do Rio Lima (AFN, 2012).

Recreio: Nesta região, os espaços florestais são protagonistas⁵¹, constituindo-se como parte principal das unidades de paisagem desta região, bem como, pela disponibilização de diversas condições para diferentes aproveitamentos. A oferta e existência das infra-estruturas⁵² associadas ao recreio poderão reflectir um retorno económico significativo em sectores de actividade como a restauração, o comércio e a hotelaria. Esta oferta de mais-valias naturais ou associadas à natureza tornam-se então num factor dinamizador e valorizador de áreas como a do turismo (PROFAM, 2006).

Mel: Esta região em termos de recursos apícolas oferece fortes potencialidades produtivas, decorrentes da vegetação existente, no que respeita à expressiva ocupação/extensão e à sua constituição, cujo contexto permite obter um produto considerado de qualidade, sendo este um factor determinante: constata-se a existência de flora arbustiva (principalmente devido às grandes extensões de incultos) com elevada aptidão melífera, nomeadamente várias espécies de éricas (PROFAM, 2006).

Pastorícia: Na região do Alto Minho a actividade pastoril representa uma das principais actividades, capaz de manter uma equilibrada associação com o espaço florestal constituindo um modo de gestão múltipla deste, revelando maior expressividade das espécies de caprinos e bovinos e menor relevância nas espécies de ovinos. A rentabilidade destas explorações ou sistemas silvopastoris, beneficia ainda do reconhecimento e possibilidade de utilização da marca de Denominação de Origem Protegida (DOP) para duas raças de caprinos, Bravia e Serrana, e ainda para uma raça de bovinos a Cachena, sendo que são estas também as raças que apresentam um maior número de efectivos (PROFAM, 2006).

Madeira e resina: O lenho produzido tem como principais destinos as indústrias de transformação de madeira e a indústria de celulose. Nesta região, e segundo o PROFAM 2006, as espécies com maior representatividade são o pinheiro-bravo, o

51 Por força da sua localização e do respectivo enquadramento paisagístico.

52 Exemplos: Campismo selvagem, Desportos de Rio, Escalada, Merendas/recreio, Parapente, Parque de Campismo, Parque de merendas, Parque fluvial, Recreativo/Interpretativo, Trilho BTT, Trilho Equestre, Trilho Pedestres, Trilho Todo-o-terreno.

eucalipto e o carvalho alvarinho: pinheiro-bravo com produção previsível entre 9,5 a 13,5 m³/ha/ano; carvalho alvarinho com produção previsível de cerca de 3,6 m³/ha/ano e eucalipto com produção previsível entre 15 a 26,1 m³/ha/ano. Quanto à resina, na exploração deste bem, denota-se uma falta de inovação tecnológica no processo de extração, e a não utilização de uma silvicultura integrada, factores aliados às dificuldades neste sector que associados à falta de rentabilidade, têm contribuído para um declínio desta actividade (resinagem) (PROFAM, 2006).

Outros recursos florestais:

- Cogumelos: Não existe grande divulgação desta prática na região e há uma falta de dados para uma análise quantitativa e indicação de rendimento da actividade da apanha e comercialização de cogumelos (PROFAM, 2006).
- Cortiça: Os valores apresentados no PROF Alto Minho (2006) para a produção de cortiça nesta região são extremamente baixos sendo inferiores a 5Kg/ano. Esta baixa taxa de produção é reflexo directo da baixa taxa de ocupação desta espécie nesta região, contudo, a região do Alto Minho apresenta boas condições para a expansão suberícola, apontando para a potencialidade da sua utilização como espécie de produção complementar visando a multiplicidade de usos dos terrenos e explorações florestais (PROFAM, 2006).

4.1.2.5. Aspetos ambientais

Espaços Protegidos, Espécies e Habitats e Corredores Ecológicos. Na região do Alto Minho identificam-se vários espaços protegidos do ponto de vista da conservação e da biodiversidade. Estas áreas estão enquadradas pela Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP), que inclui as tipologias de Parque nacional, Parque natural, Reserva natural, Paisagem protegida e Monumento natural, e pela rede ecológica Rede Natura 2000. Nesta última estão incluídas as Zonas de Proteção Especial (ZPE) e os Sítios de Interesse Comunitário (PROFAM, 2006).

Tabela 18 - Áreas Classificadas (ICNB, 2010)

Designação	Área (ha)
Áreas Protegidas	
Corno do Bico	2181
Lagoa de Bertandos e São Pedro de Arcos	346
Parque Nacional da Peneda-Gerês	32994
Sítios da Rede Natura 2000	
Corno do Bico	5139
Litoral Norte	2796
Peneda/Gerês	88845
Rio Lima	5361
Rio Minho	4554
Serra d'Arga	4493
Zonas de Proteção Especial	
Serra do Gerês	36378
Estuários dos rios Minho e Coura	3081
Biótipos Corine	
Parque Nacional da Peneda-Gerês	71928
Vale do Minho	3726
Costa Verde	1875
Foz do Rio Lima	2080
Litoral de Esposende	1687

A Rede Natura 2000 é uma rede ecológica que tem por objetivo contribuir para assegurar a biodiversidade através da conservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens. Os Sítios incluídos na região do Alto Minho englobam uma grande diversidade de habitats assim como espécies de fauna e flora, de grande importância ecológica. Por se tratar de uma lista extensa de Habitats e Fauna e Flora não são aqui apresentados, identifica-se no entanto a legislação onde podem ser consultados: Habitats naturais e semi-naturais, fauna e flora - anexos B-I, B-II, B-IV e B-V do Decreto-lei n.º 49/2005 de 24/02, anexo I da Directiva 79/409/CEE (ICNB, 2010).

Na área PROF do Alto Minho foram reconhecidos com principal importância os corredores ripícolas associados aos principais cursos de água, nomeadamente o Minho, o Lima, o Coura e o Vez.

4.2. Avaliação da perda de solo

O primeiros resultados obtidos foram o da perda potencial de solo onde pela análise da figura 12 depreende-se que as áreas mais suscetíveis à erosão hídrica são aquelas onde o declive é mais acentuado. Quanto aos valores de R, K e LS foram os obtidos no guia metodológico para a elaboração de cartografia de susceptibilidade e localização de risco (Guerra et al., 2012).

De seguida obtiveram-se os valores do fator P (figura 13) para os anos de 1990, 2000 e 2006 onde pela análise dos mesmos se conclui que as áreas onde o valor é mais elevado, o que influencia a perda de solo, são nas zonas onde o declive também é mais acentuado. Relativamente ao fator C (figura 14), associado à cobertura do solo, verifica-se que os valores mais elevadas se encontram nas zonas de maior altitude associadas aos incultos e improdutivos e que de 1990 a 2006, as manchas espaciais que se encontravam densas tornaram-se dispersas. Os valores de C mais representativos situam-se entre 0,005 e 0,02. O passo seguinte foi obter a perda potencial de solo associada ao fator P (figura 15) onde pela análise se verifica que as zonas onde há mais suscetibilidade à erosão continuam a ser as zonas de maior declive associadas as vertente mais convexas.

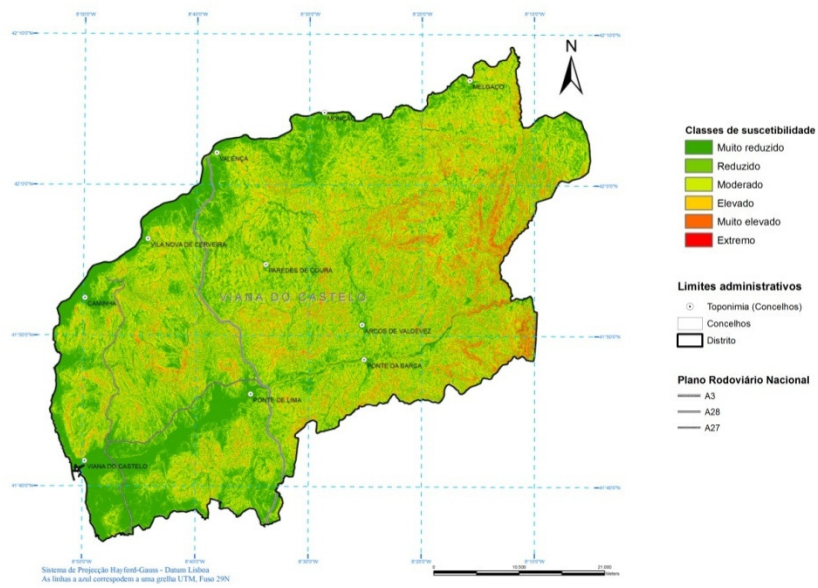


Figura 12 - Perda potencial de solo (Anexo I)

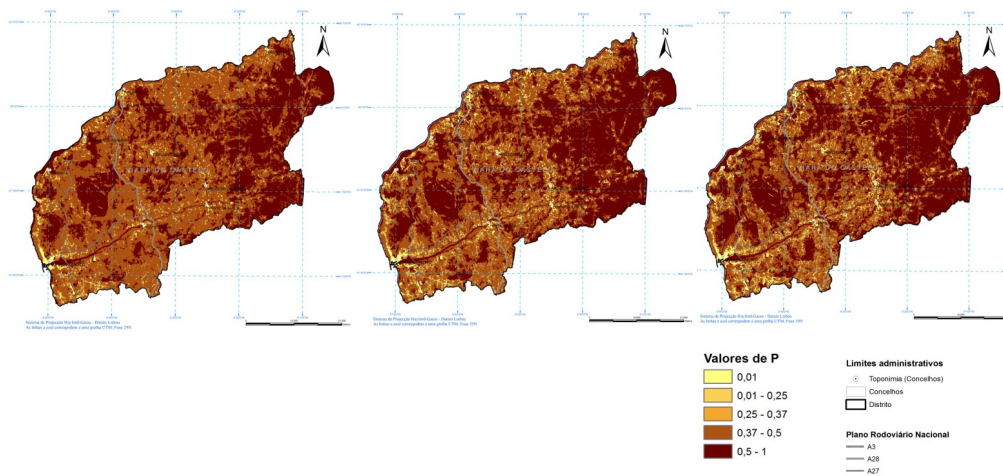


Figura 13 - Fator P para os anos de 1990, 2000 e 2006

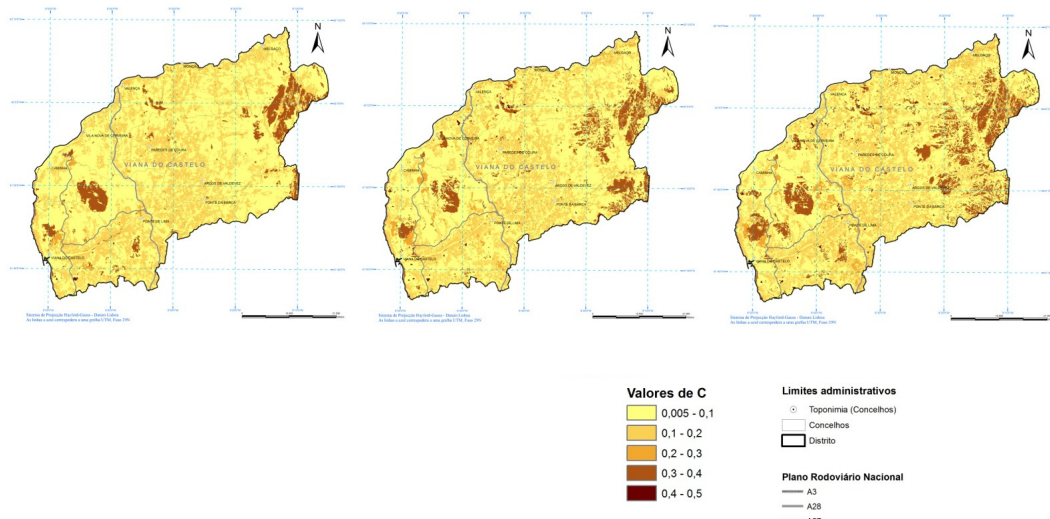


Figura 14 - Fator C para os anos de 1990, 2000 e 2006

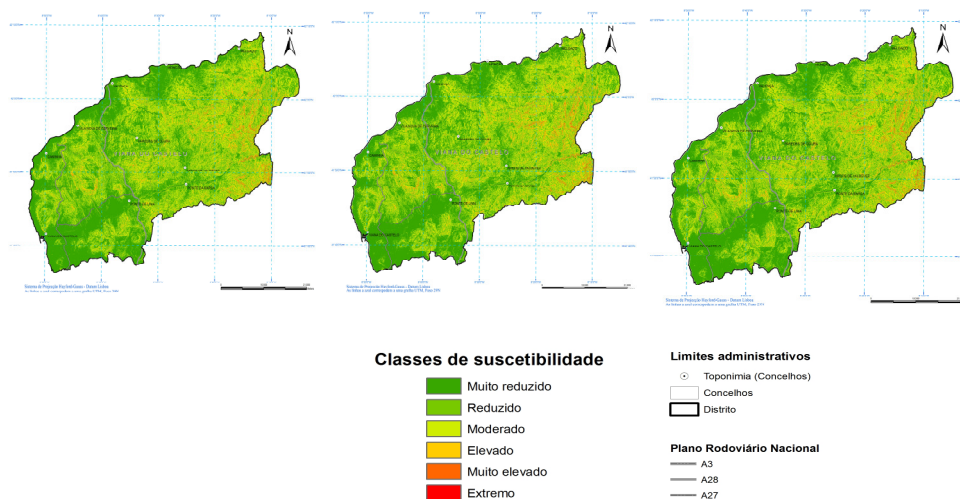


Figura 15 - Perda potencial de solo associada ao fator P, para os anos de 1990, 2000 e 2006 (Anexo II)

Por fim obtiveram-se os valores de perda de solo para os anos de 1990, 2000 e 2006 (figura 16 e gráfico 10), de 15,844 ton/ha, 15,839 ton/ha e 15,768 ton/ha respectivamente, verificando-se uma diminuição mínima de 1990 a 2006, na ordem das 5 milésimas de 1990 a 2000 e centésimas de 2000 a 2006. Verifica-se de igual forma, dos valores calculados anteriormente que o volume de erosão baixou (gráfico 10) no entanto existem mais focos de erosão sendo um processo espacialmente mais distribuído (figura 16) e com menor intensidade.

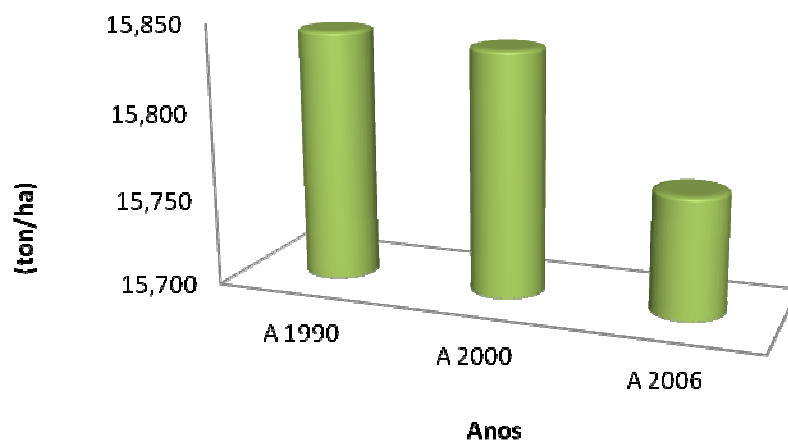


Gráfico 10 - Perda de solo em ton/ha (1990, 2000 e 2006)

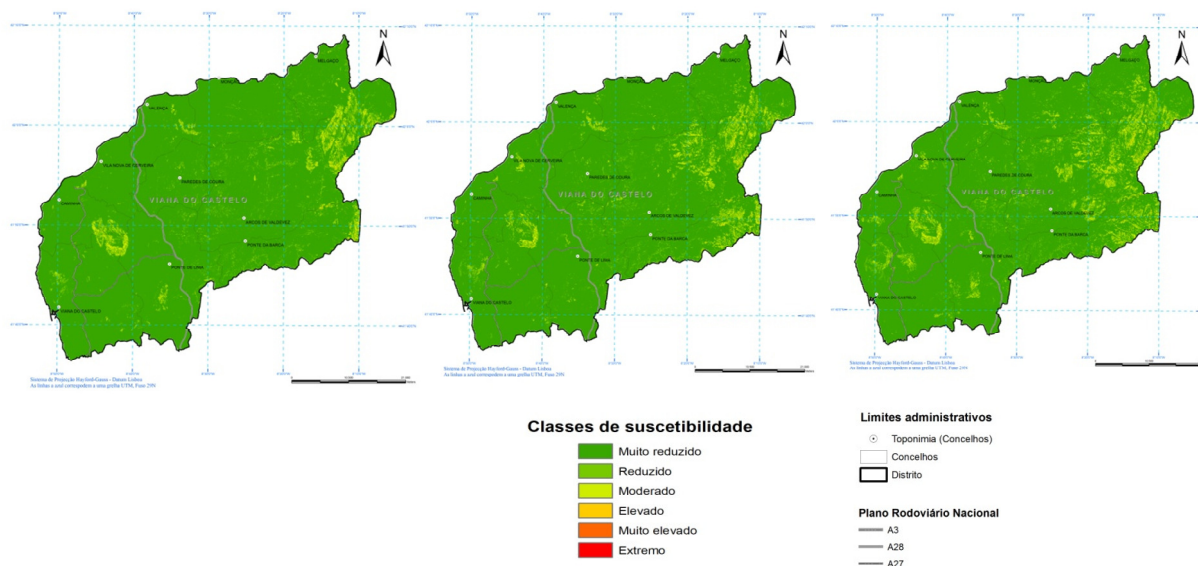


Figura 16 - Perda de solo efetiva para os anos de 1990, 2000 e 2006 (Anexo III, IV e V)

Numa análise comparativa (gráfico 11) verifica-se que a perda efetiva de solo é inferior às perdas potenciais e associadas ao fator P.

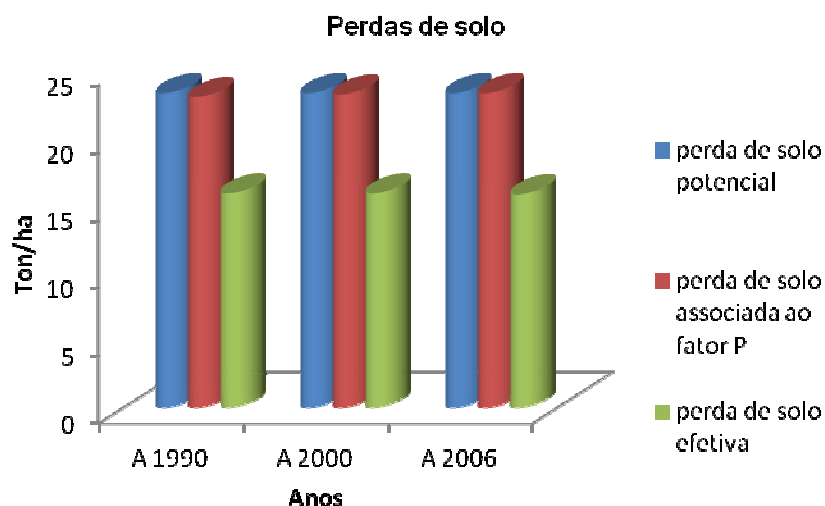


Gráfico 11 - Perda potencial, associada ao fator P e efectiva de solo para os anos de 1990, 2000 e 2006.

4.3. Avaliação do serviço de conservação de solo

O serviço de conservação de solo resultante da diferença entre a perda de solo potencial associada ao fator P e a perda de solo efetiva para os anos de 1990, 2000 e 2006 apresentam-se nas figuras 17, 18 e 19 respectivamente.

Pela análise resultados, verifica-se que as zonas onde ocorreu um maior serviço de conservação do solo pelo espaço florestal são as zonas de maior declive, associadas à zonas convexas, por serem estas também que apresentam um maior risco potencial de perda de solo. Podemos constatar da análise do gráfico 12 que houve um aumento do serviço de conservação de solo entre 1990 e 2000, e entre 2000 e 2006, verificando-se em 1990 e 2000 o período de maior acréscimo desse fenómeno,

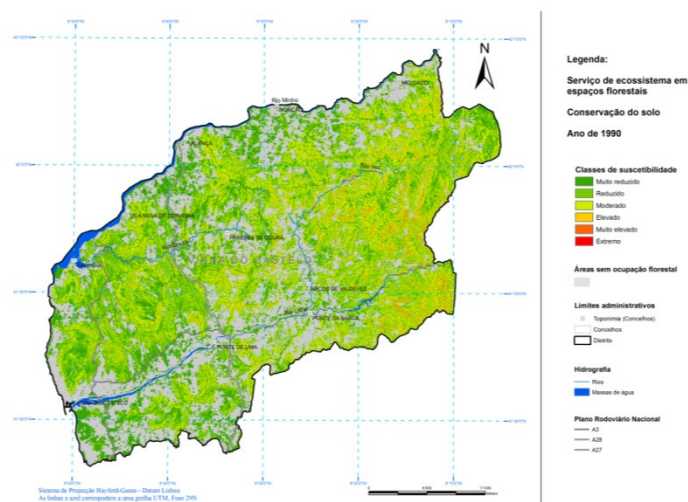


Figura 17 - Serviço de conservação do solo para o ano de 1990 (Anexo VI)

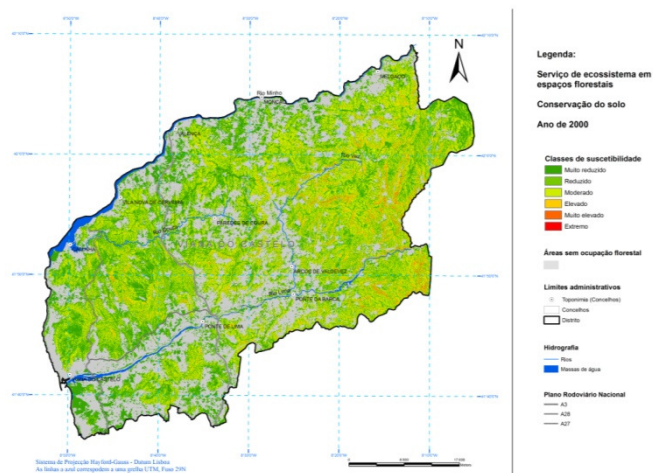


Figura 18 - Serviço de conservação do solo para o ano de 2000 (Anexo VII)

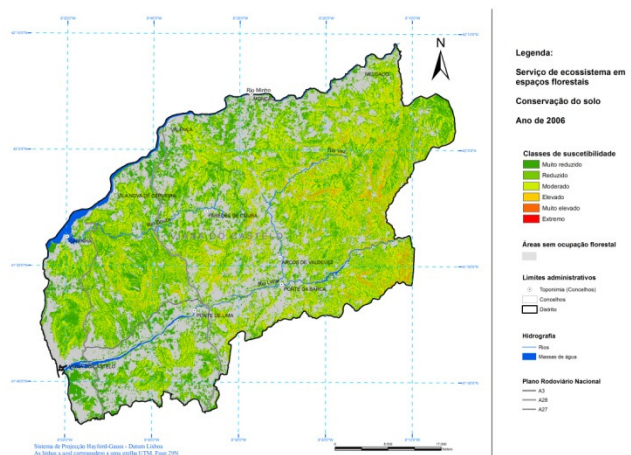


Figura 19 - Serviço de conservação do solo para o ano de 2006 (Anexo VIII)

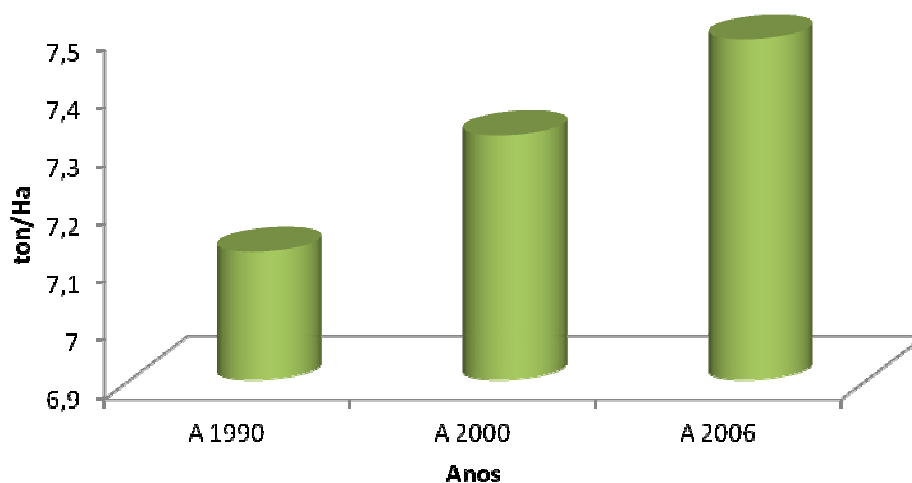


Gráfico 12 - Serviço de conservação do solo para os anos de 1990, 2000 e 2006.

4.4. A alteração do espaço florestal e a conservação do solo

Pela análise dos gráficos 13,14 e 15 e confirmando dados anteriormente verificados, o espaço florestal sofreu alterações no período que decorreu entre 1990 e 2006. As maiores perdas verificaram-se entre os anos de 1990 e 2000, não obstante, e até 2006, ainda se registaram perdas significativas do espaço florestal ocupado pelo pinheiro. As perdas verificadas entre 1990 e 2000 foram transformadas, na sua maioria em áreas incultas. Por seu turno, entre 2000 e 2006, as perdas já referidas na área ocupada por pinheiro, bem como as perdas também verificadas na área de inculto foram compensadas pelo aumento do espaço florestal improdutivo. Os ganhos de serviço de conservação verificados no período em análise não são constantes na medida em que os verificados entre 1990 e 2000 superaram os verificados posteriormente e até 2006.

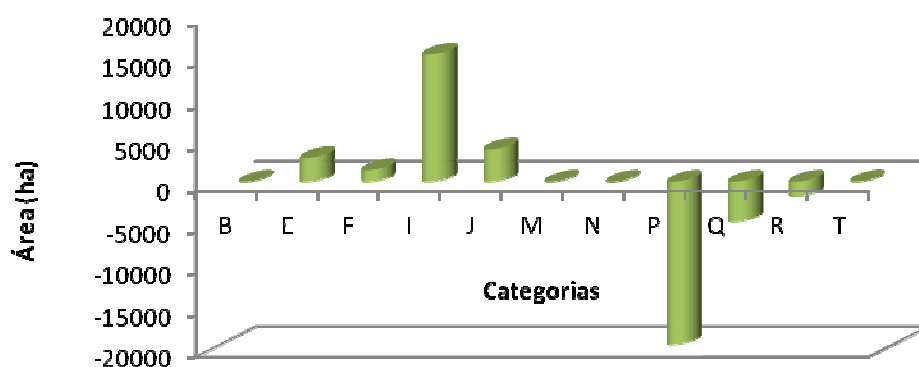


Gráfico 13 - Alteração da ocupação do espaço florestal de 1990 para 2000.

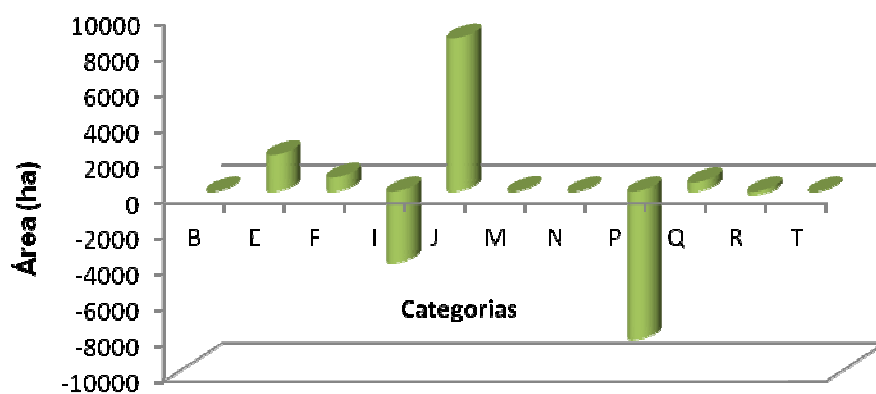


Gráfico 14 - Alteração da ocupação do espaço florestal de 2000 para 2006.

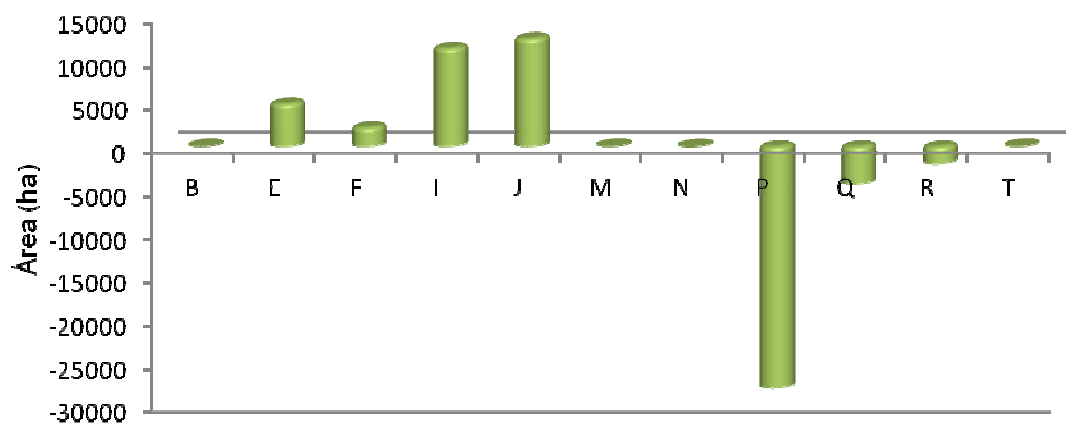


Gráfico 15 - Alteração da ocupação do espaço florestal de 1990 para 2006.

Pela análise dos gráficos 16 e 17 pode-se constatar a relação entre o serviço de conservação do solo e as espécies de ocupação do mesmo. No período que decorreu entre 1990 e 2000, as áreas de ocupação incultas ou improdutivas foram as que deram o maior contributo para a conservação do solo, em contraponto com as áreas de pinheiro e carvalho que verificaram um forte decréscimo no que respeita à área de ocupação florestal, como aliás já se havia constatado anteriormente. Por outro, no período que decorreu entre 2000 e 2006, houve um acréscimo das áreas de ocupação improdutivas, tendo ocorrido um decréscimo nas áreas de ocupação de incultos, e um decréscimo, ainda que menos acentuado, na área de ocupação do pinheiro.

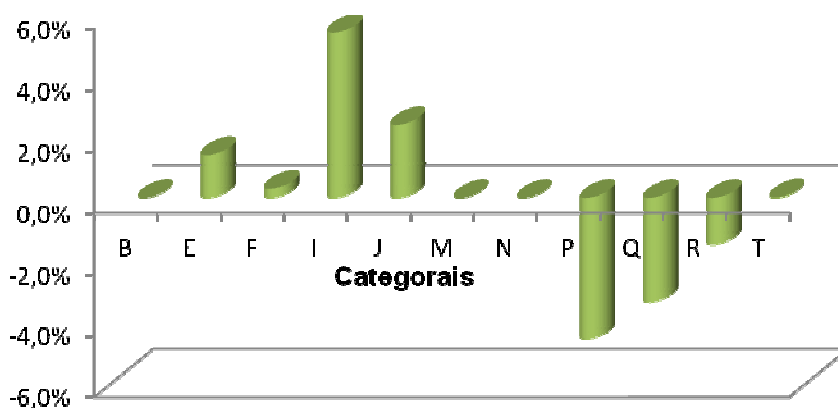


Gráfico 16 - Serviço de conservação do solo por categorias de ocupação florestal (%) entre 1990 e 2000

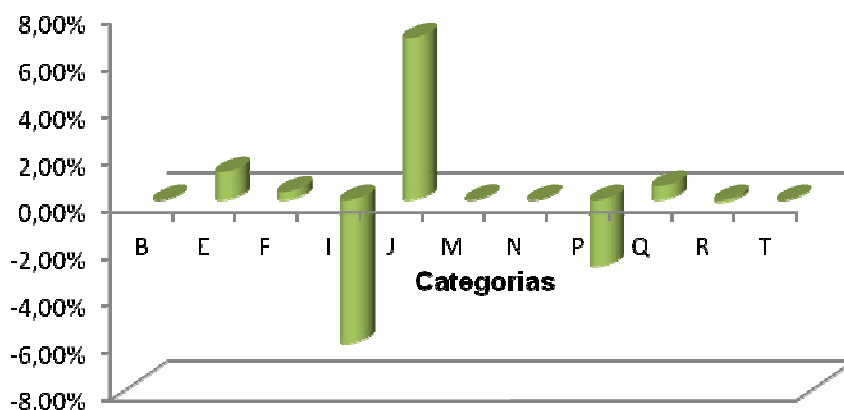


Gráfico 17 - Serviço de conservação do solo por categorias de ocupação florestal (%) entre 2000 e 2006

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo-nos proposto a analisar o espaço florestal, e o correspondente serviço de conservação do solo, e tendo já exposto os resultados obtidos, importa refletir sobre o mesmo.

Dos resultados obtidos, e da análise dos mesmos à luz da realidade do Alto Minho, verifica-se que as cartas de ocupação do solo são redutoras na medida em que apresentam valores discretos relativamente à condição da produção quando vistas à escala regional. Na verdade, a análise do serviço da ocupação florestal na conservação do solo não pode abster-se de conhecer a realidade da ocupação florestal em si. Ou seja, o fator C, resultando diretamente da ocupação do solo, deveria ter em consideração a densidade e a idade dos povoamentos.

Atendendo a que as zonas convexas de maior inclinação são aquelas que apresentam um maior suscetibilidade à perda de solo e uma prestação de serviço de conservação do solo mais elevada, torna-se necessário que sejam também estas as que devem ser mais protegidas e alvo dos instrumentos existentes de proteção e conservação do solo.

Tendo em conta a orografia e o clima da região, os incêndios são uma constante no Alto Minho, não tendo este fato sido considerado na metodologia utilizada para determinar a perda e a conservação do solo. Não obstante, os incêndios florestais, após a sua ocorrência e nas primeiras ocorrências de chuva, são os responsáveis pela maior perda de solo a curto prazo que se verifica no espaço florestal. As alterações introduzidas pelos incêndios nos ecossistemas para além da catástrofe imediata e das suas consequências a curto prazo, nomeadamente na perda de solo, pode dar origem a outras consequências catastróficas.

Dos resultados obtidos, e pela metodologia empregue, constata-se também que o espaço florestal ocupado por povoamentos não tem relevância positiva e directa no serviço de conservação do solo.

Assim, e em face do exposto, a avaliação da perda de solo deve ter em conta os factores acima referidos, relativos às características próprias do povoamento florestal e à ocorrência de incêndios.

Torna-se assim importante, no futuro, desenvolver trabalho de campo que, associado à determinação do índice de vegetação por detecção remota, nos permita obter valores para a cobertura de solo mais próximos da realidade da gestão florestal da região do Alto Minho, realçando desse modo a sua real importância na conservação do solo, fato esse que é pouco perceptível nos resultados deste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AR, 1996. Lei 33/96 de 17 de Agosto. Lei de bases da política florestal. Lisboa.
- AEA 2010. Sinais da AEA 2010. Biodiversidade, Alterações Climáticas e Você. Agência Europeia do Ambiente, Copenhagadoi: 10.2800/3599
- AFN, 2012. Acesso em 22-12-2011: <http://www.afn.min-agricultura.pt/portal/outros/noticias/encerramento-aif-2011>
- Baritz, Rainer, Guenther Seufert, Luca Montanarella and Eric Van Ranst 2010. Carbon concentrations and stocks in forest soils of Europe. *Forest Ecology and Management* 260: 262-277. doi: 10.1016/j.foreco.2010.03.025
- Burkhard, Benjamin 2011. Adapting the adaptive cycle: Hypotheses on the development of ecosystem properties and services. *Ecological Modelling* In Press, Corrected Proof. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2011.05.016
- Bytnerowicz, Andrzej, Kenji Omasa and Elena Paoletti 2007. Integrated effects of air pollution and climate change on forests: A northern hemisphere perspective. *Environmental Pollution* 147: 438-445. doi: 10.1016/j.envpol.2006.08.028
- CE, 1997. Protecção das florestas da união europeia contra a poluição atmosférica, 1987-1996, Bruxelas.
- CE, 2004. A Rede Natura 2000 e as Florestas: «Desafios e Oportunidades» — Guia de interpretação. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE 2006. Convenção sobre a diversidade biológica. Implementação da União Europeia. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2006.
- CE, 2009. Alterações climáticas e segurança internacional, documento do Alto Representante e da Comissão Europeia, para o Conselho Europeu. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE 2010. Livro Verde sobre a protecção das florestas e a informação florestal na União Europeia: preparar as florestas para as alterações climáticas. Bruxelas. Comissão Europeia, Bruxelas COM (2010) 66 final.

- CE, 2010. Bens e serviços ecossistémicos. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2010. Ecologização do nosso abastecimento energético, Papel da bioenergia proveniente das florestas e da agricultura. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2010. Espécies Alóctones Invasivas. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2010. Monitorizar o impacto da política de biodiversidade da UE. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2010. Opções para um futuro mais verde, A União Europeia e o Ambiente. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2010. Soil - a key resource for the EU. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2011. 52 gestos para a biodiversidade. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2011. Câmbio climático. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2011. Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao Conselho, ao comité económico e social europeu e ao comité Das regiões - Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CE, 2011. Eficiência na utilização dos recursos: um imperativo comercial. Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo.
- CES 1997. Globalização documentos de suporte ao parecer “ globalização - implicações para o desenvolvimento sustentável”. Conselho Económico e Social, Lisboa.
- Climáticas, Comissão para as alterações. 2009. Adaptação às Alterações Climáticas em Portugal, Proposta de Estratégia Nacional, Versão aprovada pela Comissão de Alterações Climáticas para Consulta Pública, Lisboa.

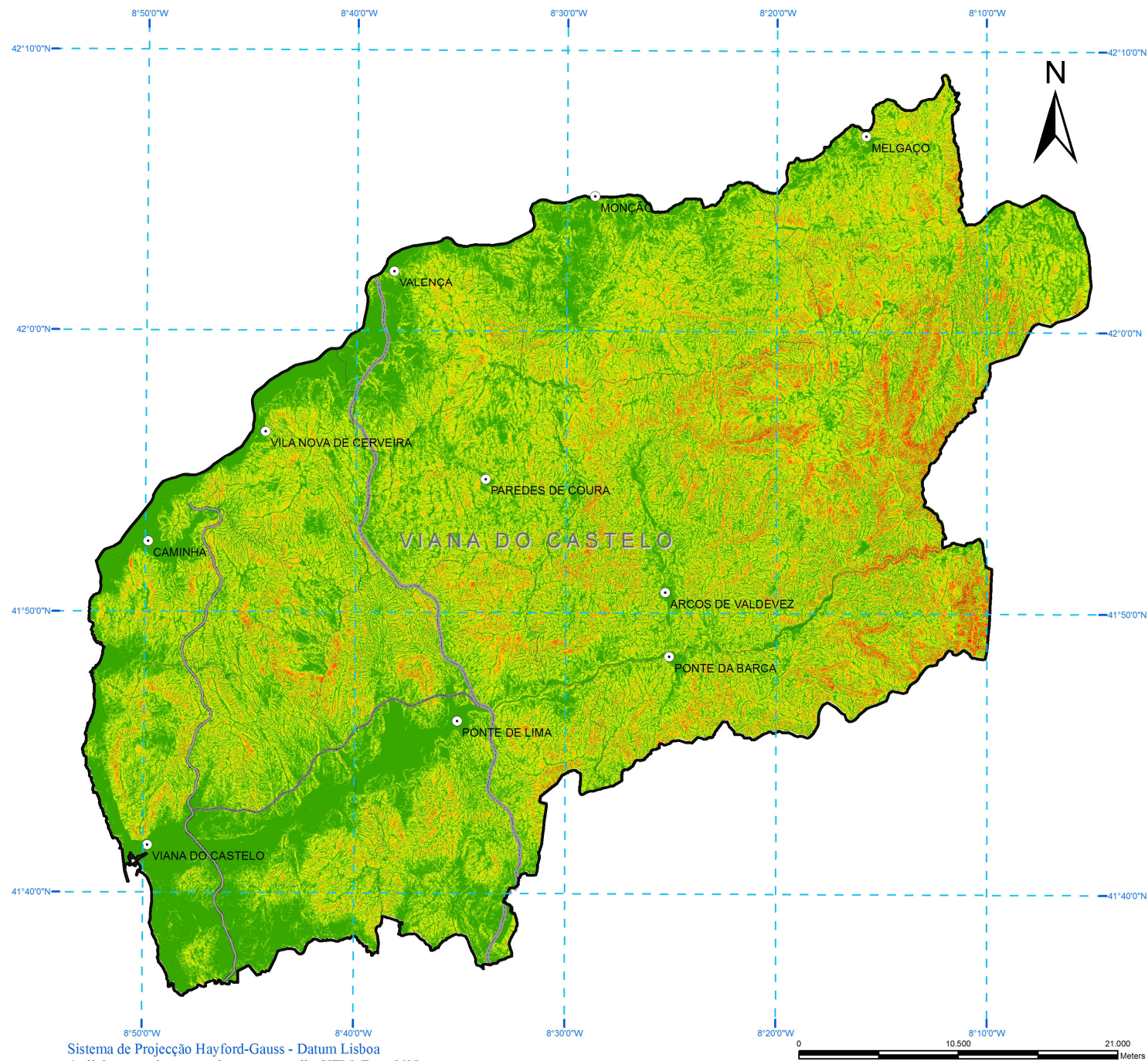
- COM (2011) 244. Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020. Comissão Europeia.
- D'Amato, Anthony W., John B. Bradford, Shawn Fraver and Brian J. Palik 2011. Forest management for mitigation and adaptation to climate change: Insights from long-term silviculture experiments. *Forest Ecology and Management* 262: 803-816. doi: 10.1016/j.foreco.2011.05.014
- EEA, 2010. O Ambiente na Europa - Situações e Perspectivas 2010: Síntese. Agência Europeia do Ambiente, Copenhaga.
- EEA, 2011. Sinais 2011 – A Globalização, o Ambiente e Você. Agência Europeia do Ambiente, Copenhaga.
- EEA, 2011. Sinais 2011 – A Globalização, o Ambiente e Você. Agência Europeia do Ambiente, Copenhaga.
- ENF 2006. Estratégia Nacional para as Florestal. Direcção Geral dos Recursos Florestais.
- Espínola, Luis 2007. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos. *ol.32*, no.9: p.580-585.
- Gonçalves Ferreira, Alfredo. Gonçalves, Ana Cristina e Saraiva Dias, Susana, Avaliação da Sustentabilidade dos Sistemas Florestais em Função da Erosão. In *Silva Lusitana*, nº especial: 55 - 67, 2008, Lisboa. Portugal.
- Guerra, Carlos, Cláudio Paredes, Ivone Martins, Carla Costa and Sónia Santos 2012. Guia Metodológico para a elaboração de cartografia de susceptibilidade e localização de risco. *Riscos Mistos*. Comunidade Inter Municipal do Alto Minho.
- Guerra, M.J. Metzger, J. Alonso, C. Paredes and J. Honrado, 2012. Assessing ecosystem services vulnerability under different C. environmental and socio-economic conditions.
- Guiomar, N 2008. A multifuncionalidade do território na gestão do risco de incêndio florestal. *Actas do III Congresso de Estudos Rurais (III CER)*. Faro, Universidade do Algarve.

- Haygarth, Philip M. and Karl Ritz 2009. The future of soils and land use in the UK: Soil systems for the provision of land-based ecosystem services. *Land Use Policy* 26, Supplement 1: S187-S197. doi: 10.1016/j.landusepol.2009.09.016
- Honrado, João, Joaquim Alonso, João Gonçalves, Ana Pinto, Sónia Ribeiro, Carlos Guerra, Rubim Almeida and Nascimento Alves 2011. Ecologia, diversidade e dinâmicas recentes dos ecossistemas florestais nas paisagens do Norte de Portugal. In *Ecologia, diversidade e dinâmicas recentes dos ecossistemas florestais nas paisagens do Norte de Portugal*.
- ICNB 2010. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade.
- Imeson, Anton e Curfs, Michiel. Land care in Desertification affected areas, from science towards application, *Erosão do solo*, Foundation for sustainable development, Netherland.
- Joanaz de Melo, Maria Cristina Dias, 2010, *Contra cheias e tempestades: Consciência do território, debate parlamentar e políticas de águas e de florestas em Portugal 1852-1886* European University Institute.
- Landsberg Florence. Ozment, Suzanne. Stickler, Mercedes. Henninger, Norbert. Treweek, Jo. Venn, Orlando e Mock Greg, 2011. *Ecosystem services review for impact assessment, Introduction and guide to scoping – Working Paper*. World Resources Institute.
- Lindner, Marcus, Michael Maroschek, Sigrid Netherer, Antoine Kremer, Anna Barbati, Jordi Garcia-Gonzalo, Rupert Seidl, Sylvain Delzon, Piermaria Corona, Marja Kolström, Manfred J. Lexer and Marco Marchetti 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259: 698-709. doi: 10.1016/j.foreco.2009.09.023
- Lourenço, Luciano 1990. *Impacte ambiental dos incêndios florestais*. Cadernos de Geografia. Coimbra, I E G, 1990 - n.º9. Instituto de Estudos Geográficos. Faculdade de Letras. Universidade de Coimbra.
- MA 2009. *Ecossistemas e Bem- Estar Humano em Portugal*. Resultados da Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessmen.

- Marchante 2001. Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acacia: uma ameaça para a biodiversidade nativa. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Marques and Aranha 1992. Avaliação das Capacidades Produtivas da área de Estudo do PDAR do Minho e do Lima. Vila Real
- Ostle, N. J., P. E. Levy, C. D. Evans and P. Smith 2009. UK land use and soil carbon sequestration. Land Use Policy 26, Supplement 1: S274-S283. doi: 10.1016/j.landusepol.2009.08.006
- Patterson, Trista M. and Dana L. Coelho 2009. Ecosystem services: Foundations, opportunities, and challenges for the forest products sector. Forest Ecology and Management 257: 1637-1646. doi: 10.1016/j.foreco.2008.11.010
- PROFAM 2006. Plano Regional de Ordenamento Florestal do Alto Minho. Direcção Geral dos Recursos Florestais.
- PROT 2010. Plano Regional Ordenamento Território. Comissão Coordenação de Desenvolvimento Regional do Norte.
- Renard, K. G and J. R FREIMUND 1994. Using monthly precipitation data to estimate the Rfactor in the revised USLE. . Journal of Hydrology, 157, n. 1/4: p. 287-306, 1994.
- R. Sousa , Edmundo Manuel. Inácio, Maria de Lurdes. Achando Moniz, Maria de Fátima. Barros, Maria da Conceição. Mateus, Maria Filomena. Sousa Santos, Maria Natércia. Bonifácio, Luís Filipe. Naves Pedro Miguel. Pinheiro Marcelino José A. e Rodrigues, José Manuel, 2007. Plano estratégico para recolha de informação sobre o estado sanitário das florestas em Portugal continental. Direcção Geral dos Recursos Florestais, Lisboa.
- Sá, João 2011. Serviços ambientais: a utilização de instrumentos económicos para valorização da conservação e preservação ambiental. http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/bh/joao_daniel_macedo_s_a.pdf. Acesso em 22-08-2011.

- Santos, José Lima 2009. Seminário Internacional – Floresta, Sustentabilidade e Prosperidade. O valor não lenhoso da floresta portuguesa. Departamento de Economia Agrária e Sociologia Rural, Instituto Superior de Agronomia.
- Sell, Joachin. Koeller, Thomas. Weber, Olaf. Proctor, Wendy. Pedroni, Lucio e Scholz, Roland W., 2007. Ecosystem services from tropical forestry projects – The choice of international market actors. In *Forest Policy and Economics* 9 (2007) 496– 515.
- SIG, 2000. Sistema de informação geográfica para o território rural de Galiza e norte de Portugal.
- SIGN II, 2006. Infra-estrutura de dados espaciais para o território rural da Galiza e norte de Portugal.
- Silva Pereria, Manuel Filipe, 2010. Cartografia do risco, erosão hídrica dos solos no contexto da reserva ecológica nacional. Faculdade de letras da Universidade do Porto.
- Smit, Eric, Peter A. H. M. Bakker, Hans Bergmans, Jaap Bloem, Bryan S. Griffiths, Michiel Rutgers, Olivier Sanvido, Brajesh K. Singh, Hans van Veen, Ralf Wilhelm and Debora C. M. Glandorf 2012. General Surveillance of the soil ecosystem: An approach to monitoring unexpected adverse effects of GMO's. *Ecological Indicators* 14: 107-113. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.08.017
- TEEB – A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade. Relatório para o Setor de Negócios – Sumário Executivo 01-07-2010.
- TEEB – A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade. Relatório para o Setor de Negócios.
- TEEB, 2008. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: An Interim Report. European Commission. Brussels.
- TEEB, 2010. A economia dos ecossistemas e da biodiversidade: Integrando a economia da natureza. Uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações da TEEB.

- TEEB, 2010. A Quick Guide: The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Local and Regional Policy. Brussels
- TEEB, 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Local and Regional Policy Makers. Brussels.
- UE, 2010. Bens e Serviços Ecossistémicos. Setembro de 2009. União Europeia.
- Vallejo, Ramon, Land care in Desertification affected areas, from science towards application, Incêncios, Foundation for sustainable development, Netherland.
- Vicente, Joana, Rui Fernandes, Angela Lomba, Ana Pinto, Joaquim Alonso, Paulo Alves, José Gonçalves, Hélia Marchante, Elisabete Marchante and João Honrado 2011. O problema actual e futuro das espécies exóticas invasoras nos espaços florestais do Norte de Portugal. In O problema actual e futuro das espécies exóticas invasoras nos espaços florestais do Norte de Portugal.
- Waring, Kristen M. and Kevin L. O'Hara 2005. Silvicultural strategies in forest ecosystems affected by introduced pests. Forest Ecology and Management 209: 27-41. doi: 10.1016/j.foreco.2005.01.008
- WISCHMEIER and SMITH 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the rocky mountains - guide for selection of practices for soil and water conservation. U.S Department of Agriculture: Washington.
- WRI, WBCSD, 2008. Avaliação empresarial dos serviços dos ecossistemas, Directrizes para a identificação de riscos e oportunidades empresariais decorrentes da alteração dos ecossistemas. BCSD Portugal, Lisboa.
- SIG, 2000. Sistema de informação geográfica para o território rural de Galiza e norte de Portugal.
- Ziller 2001. Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Curitiba, PR.



Sistema de Projecção Hayford-Gauss - Datum Lisboa
As linhas azuis correspondem a uma grelha UTM, Fuso 29N

Legenda:

Qualificação do nível de perdas de solo Potencial/Estrutural

Classes de suscetibilidade

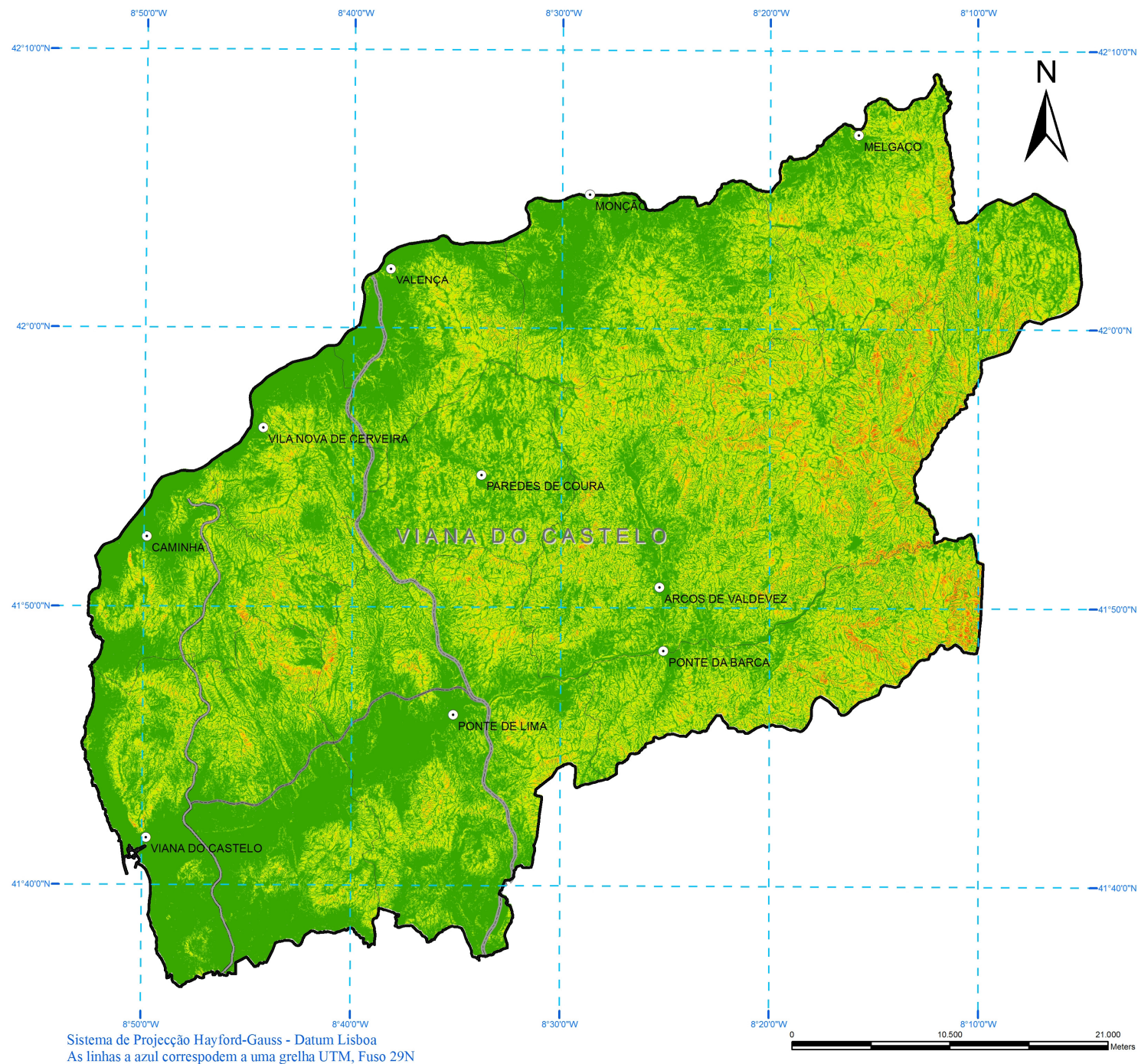
- Muito reduzido
- Reduzido
- Moderado
- Elevado
- Muito elevado
- Extremo

Limites administrativos

- Toponímia (Concelhos)
- Concelhos
- Distrito

Plano Rodoviário Nacional

- A3
- A28
- A27



Legenda:

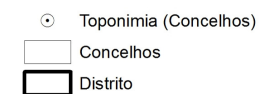
Qualificação do nível
de perdas de solo
Potencial/Estrutural
Associada ao fator P

Ano de 1990

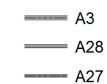
Classes de suscetibilidade

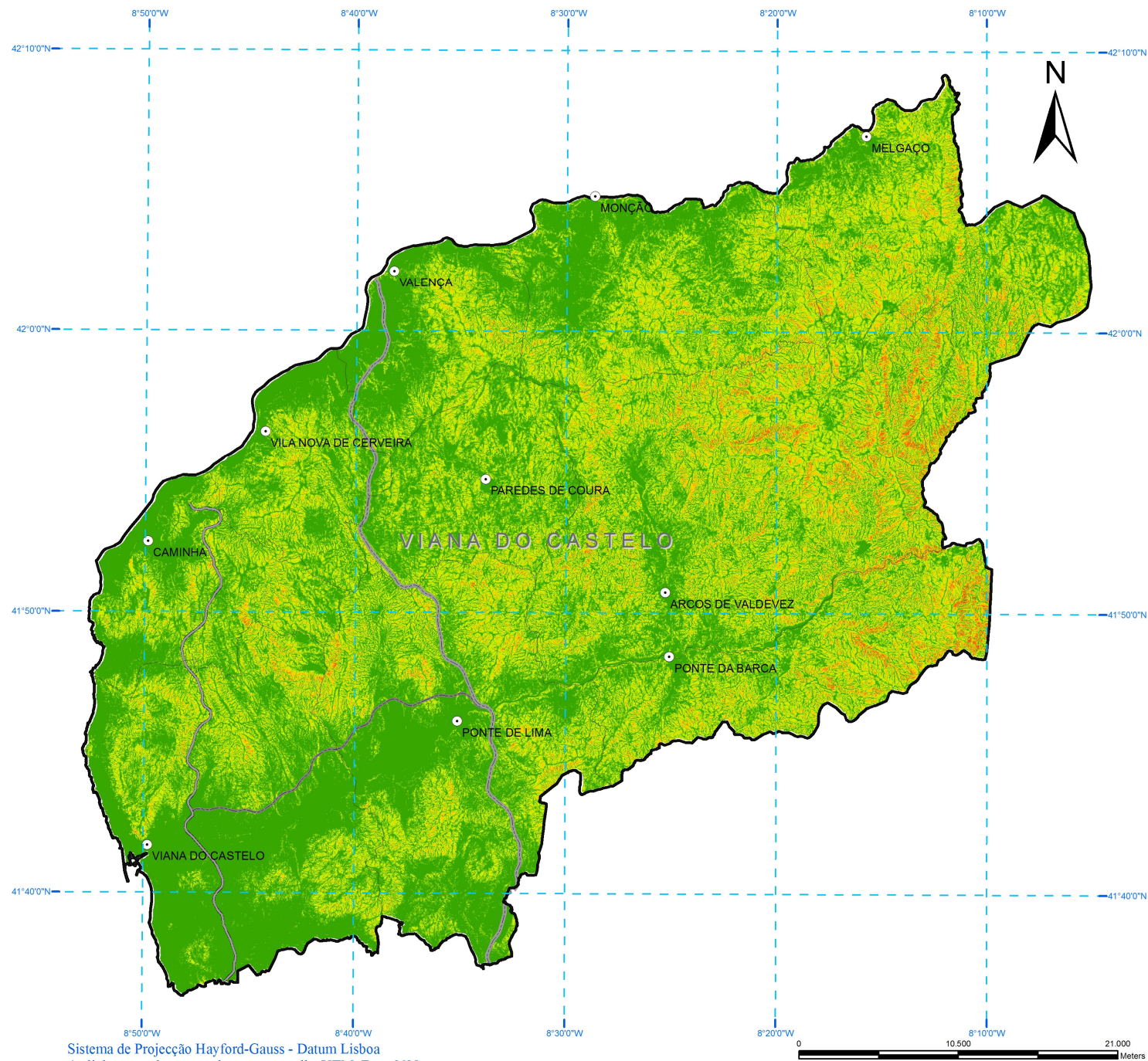


Limites administrativos



Plano Rodoviário Nacional





Legenda:

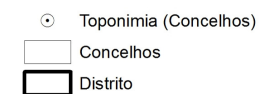
Qualificação do nível de perdas de solo Potencial/Estrutural Associada ao fator P

Ano de 2000

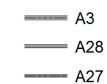
Classes de suscetibilidade

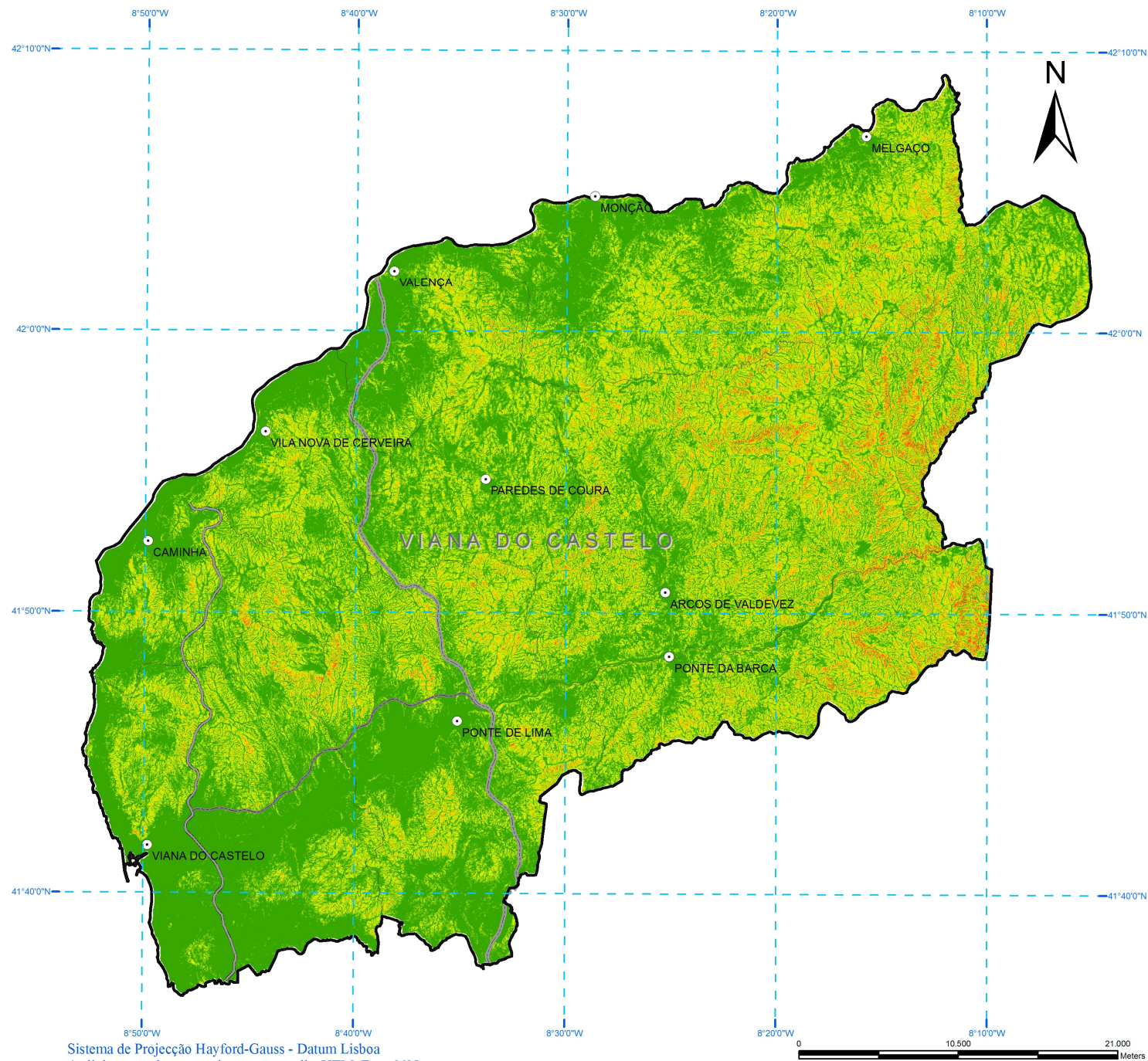


Limites administrativos



Plano Rodoviário Nacional





Sistema de Projecção Hayford-Gauss - Datum Lisboa
As linhas a azul correspondem a uma grelha UTM, Fuso 29N

Legenda:

Qualificação do nível
de perdas de solo
Potencial/Estrutural
Associada ao fator P

Ano de 2006

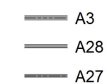
Classes de suscetibilidade

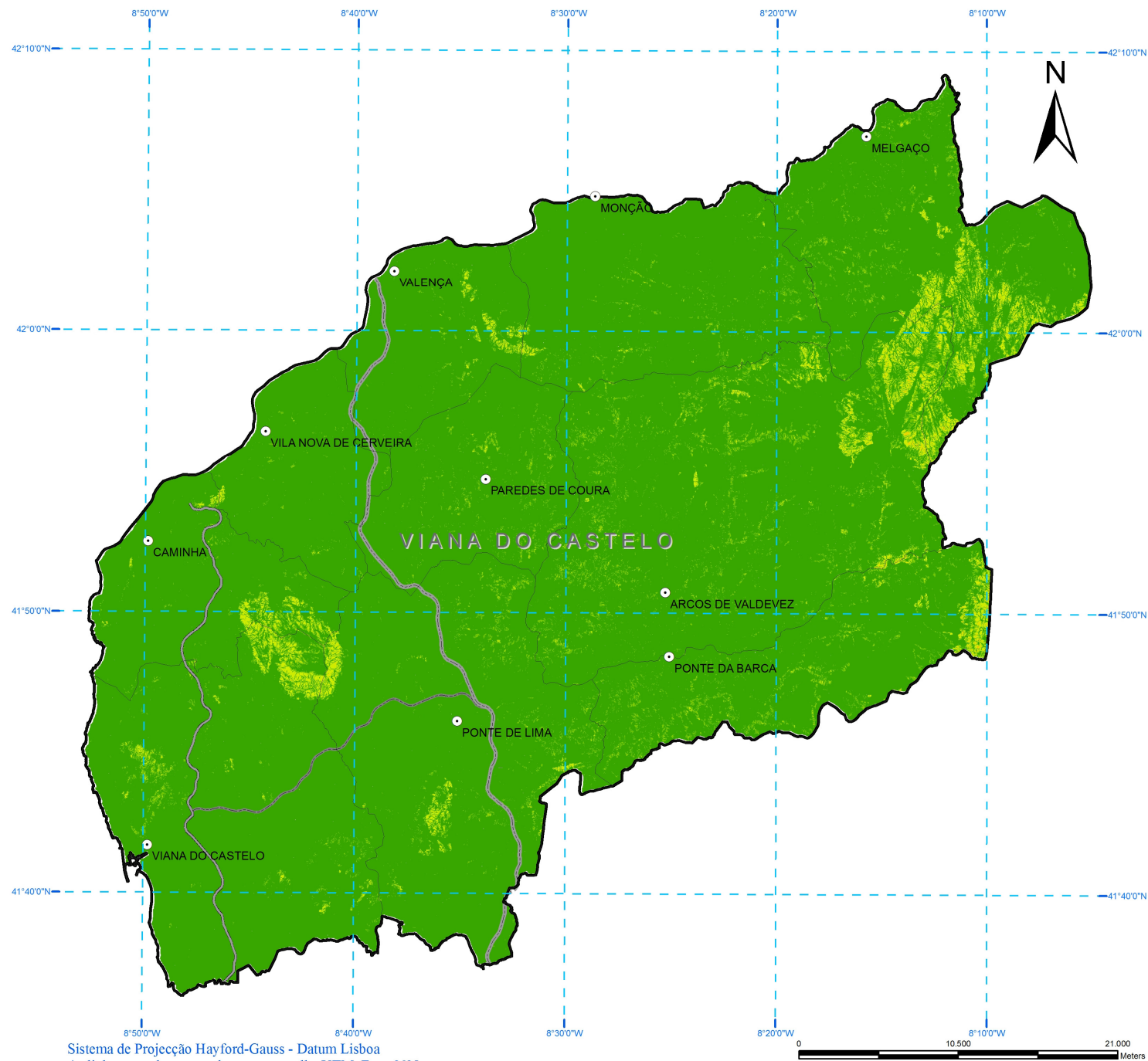


Limites administrativos



Plano Rodoviário Nacional





Legenda:

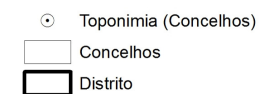
Qualificação do nível de perdas de solo

Ano de 1990

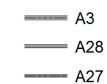
Classes de suscetibilidadae

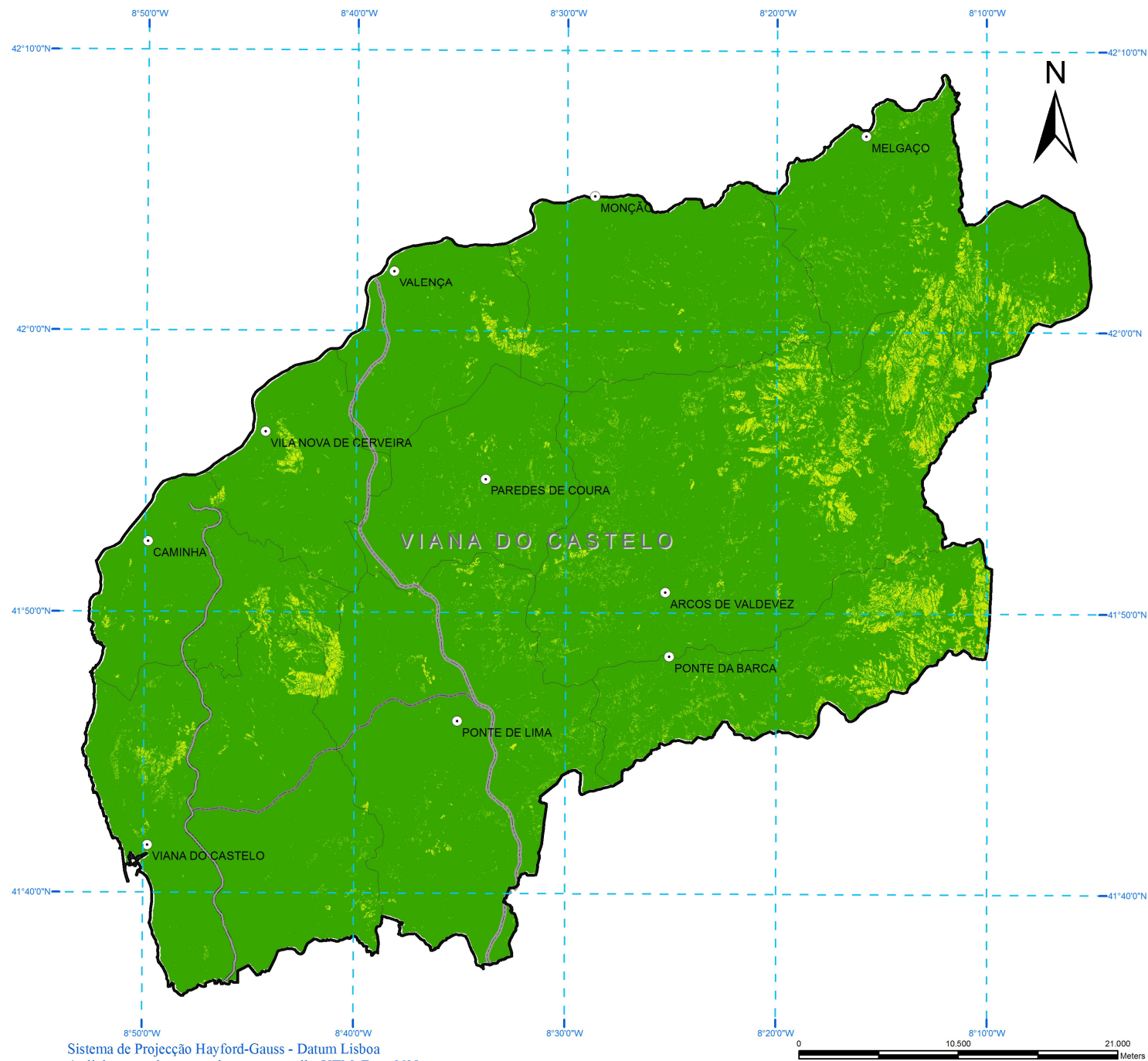


Limites administrativos

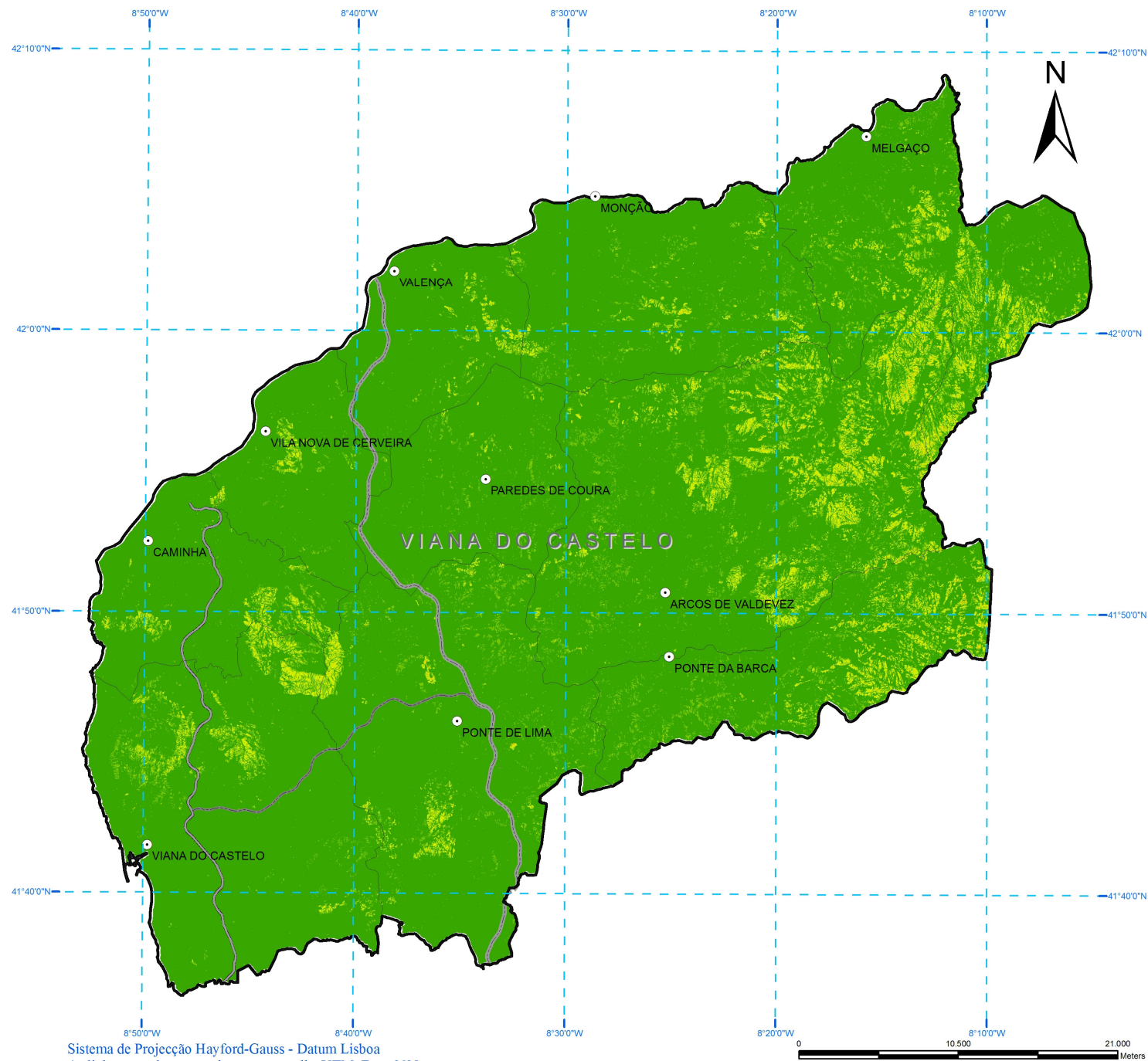


Plano Rodoviário Nacional





Sistema de Projecção Hayford-Gauss - Datum Lisboa
As linhas a azul correspondem a uma grelha UTM, Fuso 29N



Sistema de Projecção Hayford-Gauss - Datum Lisboa
As linhas a azul correspondem a uma grelha UTM, Fuso 29N

Legenda:

Qualificação do nível
de perdas de solo

Ano de 2006

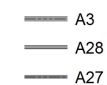
Classes de suscetibilidadae

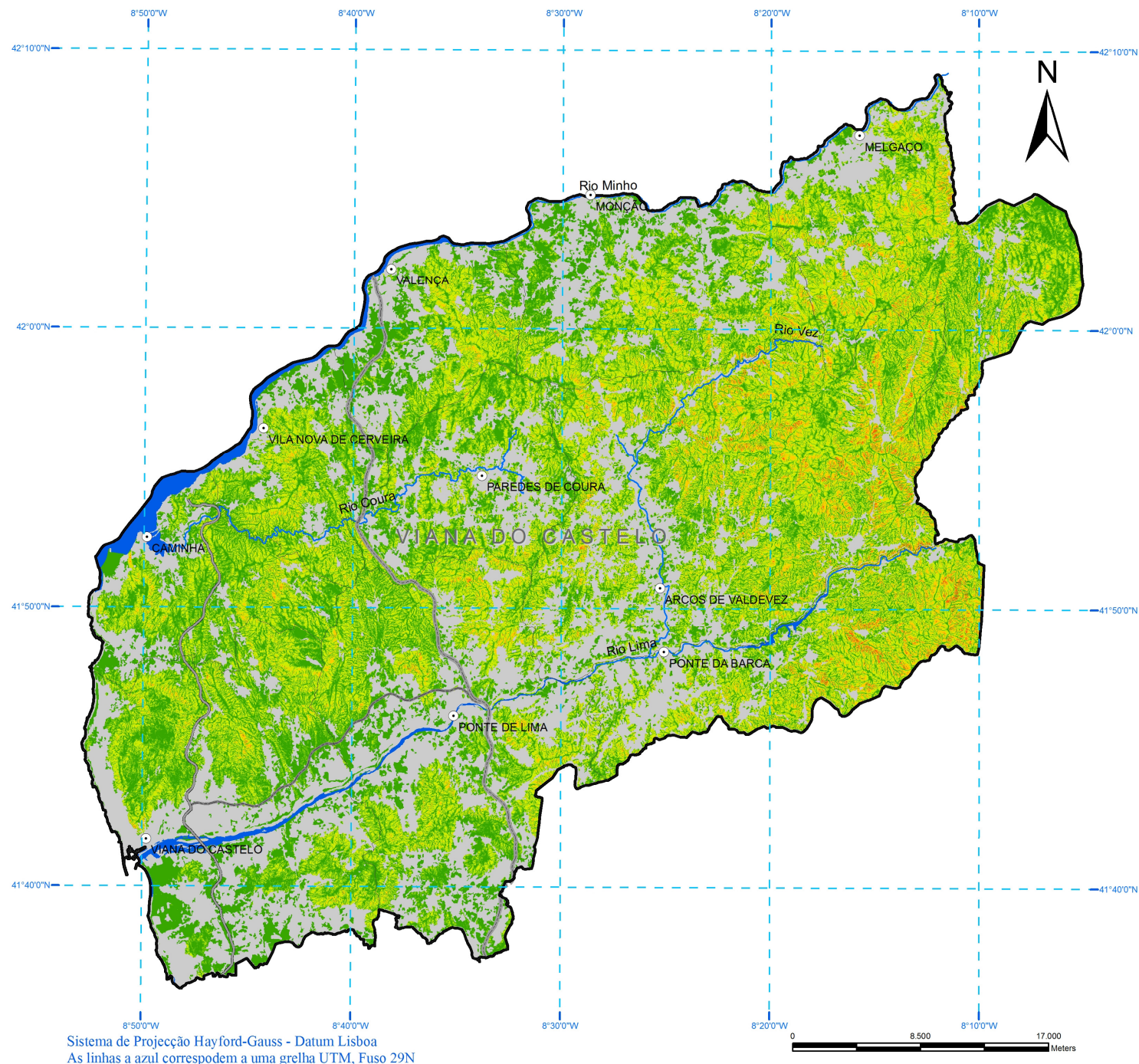


Limites administrativos



Plano Rodoviário Nacional





Legenda:

Serviço de ecossistema em espaços florestais

Conservação do solo

Ano de 1990

Classes de suscetibilidade

- Muito reduzido
- Reduzido
- Moderado
- Elevado
- Muito elevado
- Extremo

Áreas sem ocupação florestal



Limites administrativos

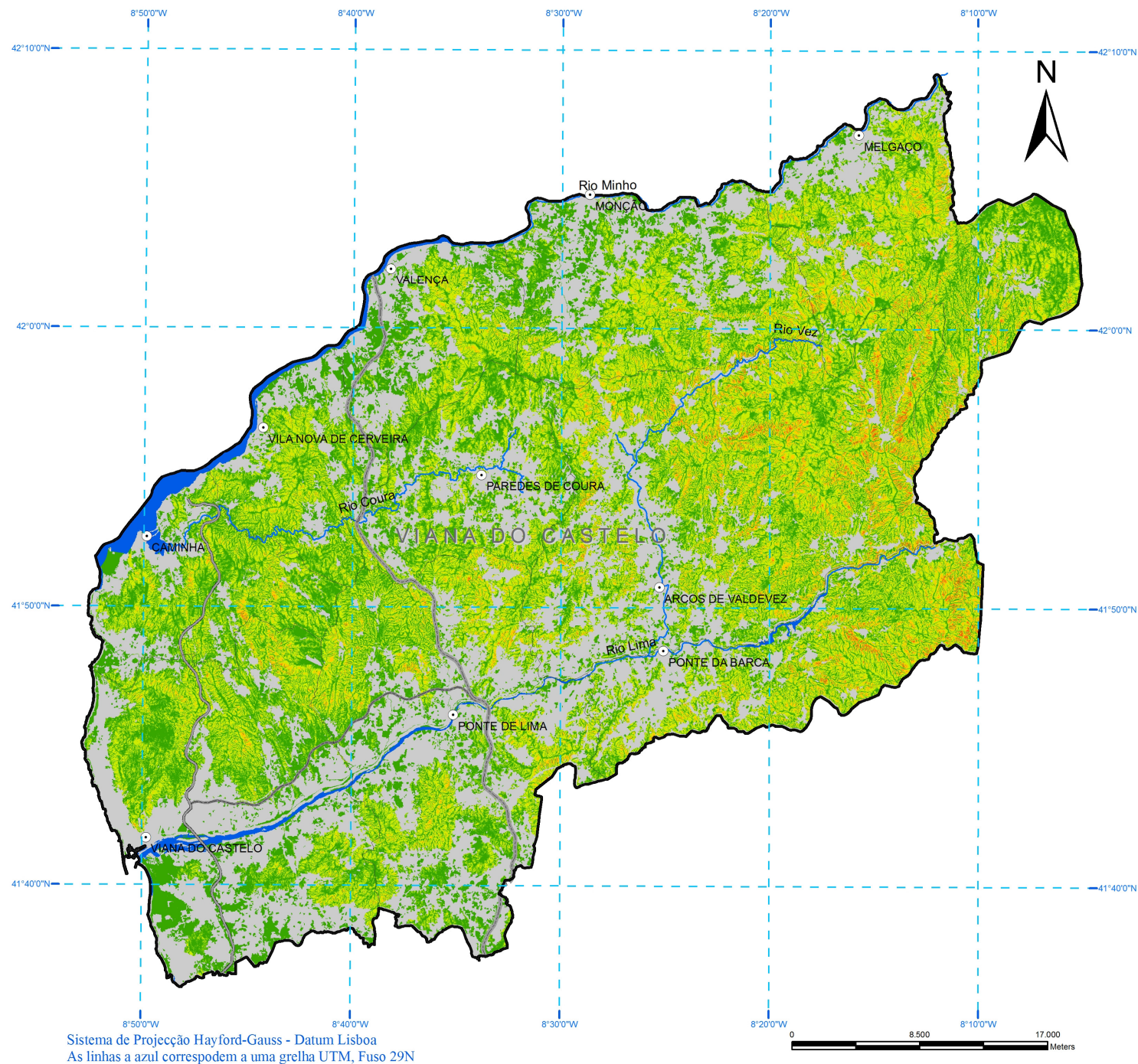
- Toponímia (Concelhos)
- Concelhos
- Distrito

Hidrografia

- Rios
- Massas de água

Plano Rodoviário Nacional

- A3
- A28
- A27



Legenda:

Serviço de ecossistema em espaços florestais

Conservação do solo

Ano de 2000

Classes de suscetibilidade

- Muito reduzido
- Reduzido
- Moderado
- Elevado
- Muito elevado
- Extremo

Áreas sem ocupação florestal



Limites administrativos

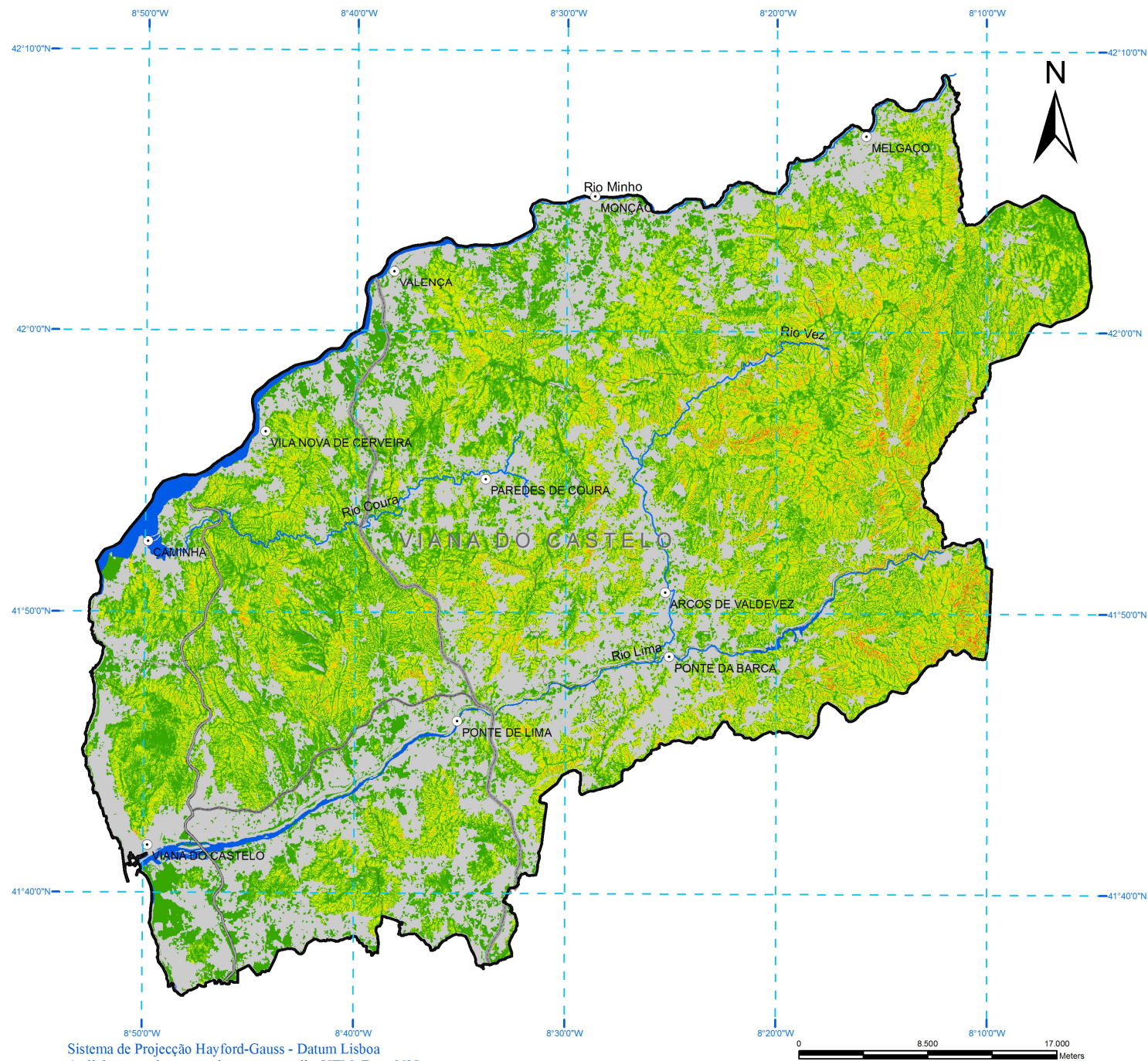
- Toponímia (Concelhos)
- Concelhos
- Distrito

Hidrografia

- Rios
- Massas de água

Plano Rodoviário Nacional

- A3
- A28
- A27



Legenda:

Serviço de ecossistema em
espaços florestais

Conservação do solo

Ano de 2006

Classes de suscetibilidade

- Muito reduzido
- Reduzido
- Moderado
- Elevado
- Muito elevado
- Extremo

Áreas sem ocupação florestal



Limites administrativos

- Toponímia (Concelhos)
- Concelhos
- Distrito

Hidrografia

- Rios
- Massas de água

Plano Rodoviário Nacional

- A3
- A28
- A27